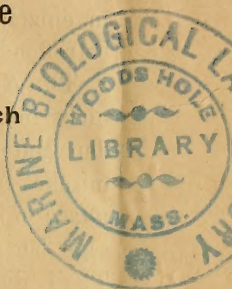


Beiträge zur Kenntniss der Eruptivgesteine des Christiania-Silurbeckens

unter Mitwirkung des Herrn Paul Jannasch

von

Heinr. Otto Lang.



Nachstehende Mittheilungen sind begründet auf Untersuchungen von Material, welches ich in den Monaten September und October 1878 und zwar vorzugsweise in der näheren und nächsten Umgebung Christiania's gesammelt habe. Wenn auch die Menge dieses Materials als keine geringe anerkannt werden dürfte, so ist letzteres begreiflicher Weise doch immerhin sehr lückenhaft, da ja die Lücken meist nicht beim Einsammeln des Materials, sondern erst bei seiner Untersuchung und der Uebersarbeitung der letzteren recht zur Empfindung kommen; ich bescheide mich desshalb »*Beiträge*« zu liefern, welche wie ich hoffe die Kenntniss dieser überhaupt geologisch wie speziell petrographisch hochinteressanten Gegend nicht unwesentlich erweitern und vertiefen. Eine *erschöpfende* Kunde davon zu geben, würde ausser zahlreicheren günstigen Gelegenheiten (Aufschlüssen) zur Beobachtung, auch mit Benutzung aller Vorarbeiten eine volle Manneskraft, ein Menschenleben erfordern, während mir, was die späte Veröffentlichung erklären wird, die Ungunst der Verhältnisse nicht einmal die zur stetigen Bearbeitung des eingesammelten Materials nöthige Muse gestattete. Die Lücken aber, welche ich lassen muss, werde ich mir gestatten unter Umständen recht bloss zu stellen, in der Hoffnung, dadurch auch betreffs der Forschungsmittel günstiger situirte Fachgenossen, welche das nöthige Material wohl erlangen können, zur Ergänzung anzuregen.

dem Namen des Christiania-Silurbeckens ist unauflöslich mit dem Namen *Theodor Kjerulf's* verknüpft und ist es deshalb ganz natürlich, dass meine Forschungen und Untersuchungen an den Arbeiten *Kjerulf's* anzuknüpfen suchen. Aus diesem Grunde wurden diejenigen Gesteine in erster Linie in Betracht gezogen, von denen *Kjerulf* selbst in seinem »Kristiania-Silurbecken«, 1856, schon chemische Analysen veröffentlicht hat. Letztere genügten jedoch ihrer Zahl nach bald nicht mehr und erwiesen sich auch in einzelnen Fällen von zu unsicherem Werthe, wie ich dies an betreffenden Stellen beiläufig zeigen werde, ein Umstand, welchen z. Th. *Kjerulf's* mündliche Mittheilung erklärt, dass er seiner Zeit nicht immer die nöthige Vorsicht bei Auswahl des zu analysirenden Materials angewandt habe. So machten sich denn neue chemische Analysen nöthig, welche Herr Privatdocent Dr. *P. Janasch* mit aller Sorgfalt ausgeführt hat. Für diese Mitwirkung sage ich genanntem Herrn, welcher für den chemisch-analytischen Theil dieser Arbeit, einschliesslich der specif. Gewichts-Bestimmungen auch die Verantwortung übernommen, noch an dieser Stelle meinen verbindlichen Dank.

Ich beabsichtige jedoch nicht von allen, mir überhaupt bekannten Eruptivgesteinen jenes Beckens hier zu berichten; betreffs der Augit- und Eläolith-Syenite war mir schon 1878 bekannt, dass Herr *Brögger* dieselben bearbeite, sodass ich von einer diessbezüglichen Material-Collection gleich absah, und was die Gabbros sowie den jüngeren Porphyrit betrifft habe ich dem Wenigen, was ich früher*) darüber veröffentlicht habe, keine neuen Beobachtungen hinzuzufügen.

Soweit als Gesteins-Aufschlüsse es gestatteten und gutes Material lieferten, wurde den *Contact-Erscheinungen* reges Interesse gewidmet. Den Begriff der Contact-Metamorphose fasse ich, wie ich wenigstens glaube und hier gleich erklären will, wohl in Uebereinstimmung mit allen Fachgenossen auf, ohne mich aber durch die Wortfassung der mir bekannten Definitionen vollständig befriedigt zu fühlen. Gegenüber der *Rosenbusch'schen* Definition, Physiogr. II, 35: »die Summe aller derjenigen Veränderungen in der Structur und der mineralogischen Zusammensetzung eines durchbrochenen« (?), muss dasselbe wirklich immer selbst durch-

*) Zeitschr. Deutsch. geolog. Gesellsch. 1879; — Zeitschr. f. ges. Naturw. Halle, 1879.

brochen sein? conf. auch Hangendes von Lagergängen!) »und eines durchbrechenden Gesteins, welche sich durch die Art ihrer Verbreitung und ihre zu- und abnehmende Intensität als durch die *Berührung* der beiden Gesteine bedingt bekunden«, glaube ich einschränkend und zugleich präcisirend *den Act und die Art des Zusammenbringens* beider Gesteinskörper betonen zu müssen. Die *Art* des Zusammenbringens, also die dabei herrschenden Verhältnisse hebe ich besonders hervor in Anbetracht einerseits der mechanischen, andererseits der z. B. von Druck und Temperatur abhängigen Contacterscheinungen. Auf den *Act* des Zusammenbringens aber lege ich gegenüber der »Berührung« *Rosenbusch's* desshalb grosses Gewicht, weil durch das »Verharren in der Berührung«, welche man nach *Rosenbusch* missverständlich auch den Factoren der Contacterscheinungen mit zurechnen könnte, d. h. also durch die Nachbarschaft zweier Gesteine »Veränderungen in der mineralogischen Zusammensetzung« bedingt werden und eintreten können, die schwerlich als Contactgebilde gelten dürfen und doch auch nicht den »normalen Zersetzungs Vorgängen« zuzurechnen sind, derentwegen *Rosenbusch* noch einen einschränkenden Satz a. a. O. hinzufügt. So finden sich z. B. in norwegischen, an sich ganz Calcium-armen Eruptivgesteinen untergeordnete Kalkspath-Bestandmassen, welche augenscheinlich ihr Dasein nur der Auslaugung und dem Transporte aus *benachbarten* kalkreichen Schichtgesteinen verdanken. Diese »*vicinalen*« Erscheinungen und Gebilde, welche Producten der »Verwitterung« *Roth's* entsprechen, während die Contact-Producte den Wirkungen der »Zersetzung« *Roth's* zugezählt werden dürften, müssen jedenfalls theoretisch getrennt gehalten werden und dünkt mich desshalb die angegebene Aenderung der Definition angemessen. — Ueberhaupt erscheint es mir gerechtfertigt den *Act* des Zusammenbringens der Gesteine desshalb zu betonen, weil nicht nur die Contacterscheinungen mechanischer Art, wie die der Zerstörung und Einmischung, sondern auch diejenigen substantieller Metamorphose, soweit alle Beobachtungen schliessen lassen, gegenüber sonstigen Umwandlungsprocessen, wie z. B. dem der Verwitterung, relativ *momentanen* Vorgängen ihre Bildung verdanken dürften von keinesfalls längerer Dauer, als die Erstarrung des Eruptivgesteins beansprucht hat.

I. Rother Granit und Syenit.

Dieses von *Kjerulf* gewöhnlich unter der Bezeichnung *Drammen's Granit und Christiania-Syenit* aufgeführte, von *Brögger* in neuerer Zeit (D. silur. Etagen 2 und 3 im Kristianiagebiet etc. — 1882) unter dem Titel: »Meistens rothe titanitführende Hornblendegranite und Syenite, Granitite und Glimmersyenite« beschriebene Gestein besitzt, wie ein Blick auf die geologischen Karten lehrt, eine Erstreckung von seltener Grösse, in einem Landstriche nämlich von circa 160 km von Südwest nach Nordost gerichteter Länge und einer zwischen 20 und 40 km schwankenden Breite*). Zwar lassen sich jetzt in diesem Gebiete drei Partien räumlich deutlich sondern und eine grosse Gesteinsmasse nördlich von Christiania von einer mittleren (Umgegend von Drammen) und diese wieder von einer südlichen (S. vom Ekern-See) unterscheiden, es wird aber von allen Forschern, welche dieses Gestein eingehender untersucht haben, anerkannt, dass trotz dieser räumlichen Sonderung, welche an der Oberfläche besonders durch Decken von z. Th. älteren porphyrartigen Gesteinen augenfällig wird, während eine Verbindung in der Tiefe wohl vorhanden sein kann, das herrschende Gestein nicht nur durchweg eine recht gleichmässige Erscheinungsweise besitzt, sodass es unmöglich ist, zwischen den beliebig unterschiedenen Varietäten scharfe Grenzen zu ziehen, sondern auch dass die Gesteine der räumlich getrennten Gruppen *geologisch innig verbunden* sind.

Die *Lagerungsformen* dieses Gesteins sind schon durch die verdienstvollen Darstellungen *Th. Kjerulf's* bekannt, welcher sie in seiner Udsigt over det sydlige Norges Geologi, 1879**) auch z. Th. bildlich wiedergegeben hat. Die »Granitfelder« haben nach

*) Ob es sich noch über diesen Bezirk hinaus verbreitet, kann ich z. Z. nicht entscheiden; nach einem mikroskop. Präparate aus der Fuess'schen Sammlung zu urtheilen, besitzt der »rothe Granitporphyr vom Garberg in Dalekarlien« eine auffällige Aehnlichkeit mit dem nachbeschriebenen Gesteine von Drammen. Ueber das Verhältniss der Augit-Syenite aber zu diesem Gesteine darf man wohl von Herrn *Brögger* ausführliche Kunde erwarten.

**) In deutscher Uebersetzung von *Gurlt*: Geologie des südlichen und mittleren Norwegen, Bonn 1880. — Die Seitenangaben beziehen sich auf die Original-Arbeit.

den Beobachtungen zahlreicher Aufschlüsse ältere Silurschichten (meist Etage 4) zum Liegenden und die Atmosphäre oder, wie am deutlichsten die Gegend von Drammen zeigt, die jüngeren Silurschichten, strichweise auch »Augitporphyr«, welcher nach *Brögger's* Angabe älter ist als »Granit«, zum Hangenden. Demnach erscheint die Annahme zulässig und durchaus nicht zu verwegen, dass die Granitmassen auch dort, wo sie, scheinbar deckenförmig, jetzt die Oberfläche bilden, zunächst ebenfalls von Silurschichten bedeckt waren, welche im Laufe der Zeit der Erosion zum Opfer gefallen sind.

Diese Annahme glaube ich aus folgenden Gründen befürworten zu sollen: die jüngeren Silurschichten haben sich aller Wahrscheinlichkeit nach auch über diejenigen Flächen erstreckt, auf welchen jetzt der »Granit« die Oberfläche bildet; dass sie daselbst vom »Granit« bedeckt noch zugegen seien, ist den Aufschlüssen an der Grenze der Granitfelder zu Folge ganz unwahrscheinlich; sollten sie schon vor der Granit-Eruption der Erosion und Denudation erlegen sein? Letztere hat ihre Wirkung erst nach Ablagerung der continuirlichen Reihe von Schichtgesteinen beginnen können, von welchen die jüngsten (Etage 9) bekanntlich dem Devon zugerechnet werden. Ist nun der »Granit«, wie *Brögger* angiebt, noch jünger als »Augitporphyr«, so trat zwar zunächst eine Denudation von unbekannter Dauer und Intensität ein, deren Product, die »Conglomeratplatte«, sich discordant auf die »Etagen« ablagerte, bis der »Augitporphyr« sich darüber legte. Wie viel jünger der »Granit« ist, das ist leider nicht zu ermitteln, resp. ist noch nicht erkannt; aller Wahrscheinlichkeit nach aber ist er noch paläozoischen Alters. Wenn nun fraglicher Fall vorläge, so hätte demnach die Erosion in der relativ kurzen Zeit zwischen der Ablagerung der betr. Schichtgesteine und der Granit-Eruption ganz erstaunliche Wirkungen geäussert, welche um so ungeheurer erscheinen, als die noch jetzt vorhandenen, recht beträchtlichen Parteen derselben Schichtensysteme der Erosion in der wohl mindestens dreimal längeren Zeitdauer von ihrer Ablagerung bis zur Jetztzeit noch nicht erlegen sind. Demnach ist die nächstliegende Annahme, dass die betr. Schichtensysteme damals auch in den genannten Gegenden noch nicht oder wenigstens noch nicht ganz vernichtet und verschwunden waren, sondern den (»plutonisch«) erstarrenden Granit auch dort noch bedeckt haben. Vielleicht hat gerade die Granit-Eruption die betreffende Schichten-

stellung und Structur, welches letztere uns die Beobachtungen an den Granit-bedeckenden Silurschichten bei Drammen anzudeuten scheinen, für die Erosion zugänglicher und empfänglicher gemacht. — Eine Entscheidung dieser Frage auf Grund meiner eigenen Beobachtungen bin ich jedoch weit entfernt mir anzumassen, und empfehle ich dieselbe nur den norwegischen Fachgenossen zur Berücksichtigung.

Für diese Lagerungsform dürfte die Bezeichnung »*Massiv*«, allerdings nicht im Sinne *Keilhau's*, doch die passendste sein, denn die genetisch wohl richtigere als »*massiger Lagergang*« erscheint weniger geeignet in Anbetracht der 300 und mehr meter mächtigen Massen desselben. Abgesehen von diesen Dimensionsverhältnissen liegen jedoch anscheinend auch bei diesen Granit-Massiven Erscheinungen vor, welche für (intrusive) Lagergänge, deren es im Christiania-Becken ja ungewöhnlich viele giebt, bezeichnend sind: nämlich das treppenförmige Ueberspringen von einer Schichtfläche zu einer anderen (conf. *Kjerulf*, Atlas Taf. XXII), welches auch der nächstliegende Erklärungsgrund des »Verschluckens« ganzer Schichtglieder sein dürfte.

Von Verwerfungen, deren *Kjerulf* neuerdings eine grosse Zahl*) auf einem beschränkten Raume im Silurbecken nachgewiesen, sind die Granitfelder ersichtlich nicht so stark betroffen worden; wahrscheinlich haben die »Massive« dagegen in gewissem Grade geschützt; vollständig fehlen dürften sie aber auch nicht; so scheint z. B. ein Verwerfer östlich von Konerudkollen nach dem Vaerks Elv durchzustreichen.

Das Massiv sendet Apophysen sowohl in's Liegende wie in's Hangende aus; ob von den ersteren manche wirkliche Apophysen des Massivs oder vielleicht Füllmassen echter Eruptionscanäle sind, soll später noch betrachtet werden; zwar sind diejenigen Apophysen, deren Ausgang aus dem Massive direct nachgewiesen wurde (z. B. gangförmiger »Syenit« in's Liegende am Barnekjern, schon von *Keilhau* beschrieben; Apophyse in's Hangende bei Konerud-Grube, von *Kjerulf* gefunden), von verhältnissmässig sehr geringer Masse, doch wird ihre theoretische Bedeutung dadurch nicht geschwächt. Ob von den zahlreichen und verschiedenartigen, in Gängen von geringer Mächtigkeit auftretenden Eruptivgesteinen (sogen. »Gang-

*) Auf einige derselben hatte schon *Ed. Reyer* im Jahrb. K. K. geol. Reichsanst. 1880, 27 aufmerksam gemacht.

gesteinen«) des Christianiagebietes eines oder mehrere grössere Ausläufer des Massives sind, entsprechend *Lossen's* »Bodegang« zwischen Ramberg und Brocken-Massiv, dürfte nach petrographischem Befunde allein kaum zu entscheiden sein, sondern nothwendig den Nachweis des Massen-Zusammenhanges erfordern. Es soll deshalb hier von der Erörterung dieser Frage, auf welche zurückzukommen der richtige Ort wohl die Beschreibung betreffender Gesteine selbst ist, ganz abgesehen werden und nur noch ein paar in unmittelbarer Nähe der Granitmasse gefundene, wenn auch nicht direct nachweisbar, aber doch höchst wahrscheinlich von ihm ausgehende Gänge oder Trümer mit in Betracht gezogen werden.

Von den hangenden Silurschichten sind auch dort, wo dieselben fast ganz der Denudation erlegen sind, nicht selten grössere und kleinere Schollen erhalten geblieben, in solcher Weise, als ob sie im, resp. auf dem Granit schwämmen.

Betreffs seiner *morphologischen* Verhältnisse bietet das Gestein nichts Ungewöhnliches; wie bei anderen ähnlichen Gesteinen sind die inneren Gesteinsformen wenig scharf und gesetzmässig. Bankförmige Absonderung ist sehr verbreitet, z. B. am Tonsen Aas gut ausgebildet; rohe Pfeilerformen findet man an den Steilabhängen des Vettakollen, zumal nach Frogner Elv zu. Horizontalplattige, schalige bis schiefrige (?) Absonderung giebt *Ed. Reyer* (l. c. 34) von Turter, N. von Christiania an.

Die *Structur* ist durchweg massig, durchaus krystallinisch, körnig (was die Form der vorwaltenden Gemengtheile betrifft), doch dabei nie streng isomer; sehen wir von den eigentlichen Contact-Partieen hier ab, so schwankt die Korngrösse zwischen 0,1 und 13 mm; die Grössenstufen über 5 mm erreichen jedoch immer nur vereinzelte Feldspathe, die durchschnittliche Korngrösse steigt selten bis 5 mm, bleibt öfter etwas darunter und sinkt zuweilen auf 0,2—0,3 mm. Trotz der fehlenden Isomerie ist makroskopisch wie mikroskopisch eigentlich porphyrtartige Structur selten (bei Drammen durch bis 5 mm grosse graue fettglänzende Quarz-Einsprenglinge, am Vettakollen stellenweise durch Feldspath-Einsprenglinge hervorgehoben); von ziemlich gleich grosser Verbreitung findet man mikropegmatitische Verwachsung von Quarz und Feldspath, die zuweilen sogar granophyrisch wird. Auffällig ist eine andere Erscheinung, welche anscheinend auf das »nördliche Granitfeld« beschränkt ist; während nämlich das Gestein in seiner Hauptmasse durchaus kompakt ist und, obwohl einzelne

Feldspathe wenigstens theilweise krystallinische Begrenzungen besitzen, sich im Allgemeinen doch von sehr »compresser« Structur zeigt, findet man am Südrande des nördlich von Christiania sich erstreckenden »Granitfeldes« an verschiedenen Stellen *anscheinend lockere*, dabei aber in Wahrheit doch feste, bis kleindrusige Structur mit jener vergesellschaftet, indem zwischen an Masse stets vorwaltenden Parteen von grobkörniger compresser Structur sich Parteen hinziehen, in welchen kleinere, scharf ausgebildete Feldspathsäulen wirre Haufwerke bilden; zwischen diesen Feldspathsäulen bleiben natürlich Lückenräume, welche entweder ursprünglich wahrscheinlich von einer wohl gasförmig- oder tropfbarflüssigen Gesteinsbasis gefüllt waren, welche nicht erstarrte und desshalb begreiflicher Weise sich unserer Beobachtung nicht mehr bietet: dergleichen kleindrusige, nicht selten secundäre Gebilde führende Gesteinsparteen fallen besonders auf und finden sich am Sogns Vand wie auch stellenweise am Tonsen Aas; — oder, und dieser Fall ist der verbreitetere, als Lückenbüsser findet sich (primärer) Quarz mit den anderen Gesteinsgemengtheilen (Hornblende, Glimmer, Titanit etc.).

Die Gemengtheile.

Betreffs der *Feldspathe* will ich mich nicht auf die übliche Angabe beschränken, dass sowohl Orthoklas wie Plagioklas in dem Gesteine auftreten, deren gegenseitiges Mengenverhältniss aus der chemischen Analyse zu erschliessen ist. Aber auch betreffs der folgenden Darstellung der verhältnissmässig *grossen Manichfaltigkeit* der Feldspathe und ihrer Ausbildung bleibt es im Hinblick auf den Umstand schon, dass immer nur die Minderzahl der Feldspathschnitte im Dünnschliffe eine Bestimmung gestattet, sowie in Rücksicht auf die im Verhältniss zur Gesteinserstreckung immerhin geringe Anzahl der untersuchten Stücke, noch fraglich, ob dieselbe erschöpfend ist.

Für diese Darstellung erscheint es räthlich, die *genetische Reihenfolge* der Feldspathe leiten zu lassen, indem wir Feldspathe erster, zweiter und dritter, und endlich die secundär gebildeten als vierter Generation unterscheiden.

Die *Feldspathe erster Generation* sind nicht überall nachzuweisen.

Den Beweis, dass betr. Feldspathe die zuerst gebildeten sind,

erkennen wir für die verschiedenen Vorkommnisse in verschiedenen Verhältnissen.

So sind im Gesteine von Drammen, wo die mikropegmatische Verwachsung von Quarz mit Feldspath sehr allgemein ist, die Feldspathe 1. Gener. frei von solcher; höchstens findet sich einmal randlich eine kleine Quarzpartie eingewachsen; dagegen beobachtet man um sie herum oft eine, wenn auch meist nur dünne und gewöhnlich nicht ganz geschlossene Quarzschale, als ob die betr. Feldspathkörner einem Quarz-Bade entnommen worden und etwas Quarz-Substanz hängen geblieben wäre; der Quarz ist also hier entschieden jünger als diese Feldspathe und in diesem Vorkommen ersichtlich gleichaltrig der folgenden Feldspath-Generation. Seltener findet man hier dergl. Feldspathkörner eingeschlossen in Feldspathkörnern der 2. Generation, was noch deutlicher das Altersverhältniss beweist. Trotzdem würde solche Unterscheidung schwer durchführbar sein — denn es sind auch manche Feldspath-Schnitte 2. Gener. frei von Quarz-Einwachsung — wenn nicht die betr. Feldspathe auch im Uebrigen verschiedene Eigenschaften besässen. Die Feldspathe 1. Gener. sind *Plagioklase* von meist ganz gesetzloser Form; von gesetzmässigen Begrenzungselementen zeigen Durchschnitte am ehesten geradlinige parallele Längsseiten und rechtwinklige Abstumpfungen; Spaltbarkeitsspuren werden nur selten beobachtet; sie werden zuweilen, in Vorkommen von auch sonst grobem Korne, bis 2 mm gross, meist jedoch sind ihre Dimensionen geringer (1 mm). Sie besitzen feine und *schöne lamellare Viellingsstruktur*; zwar sind die Lamellen nicht immer gleich breit, doch gehen sie meist durch das ganze Individuum gleichmässig hindurch; die Lamellenrichtung entspricht dabei gewöhnlich der Längsrichtung des ganzen Feldspathschnittes und steht also senkrecht auf der event. geradlinigen Abstumpfung sowie auf den, allerdings nur einmal beobachteten, ersten Spaltbarkeits-Spuren. Kurze Quer-Lamellen wurden nur selten beobachtet. An 8 Durchschnitten, welche symmetrische oder der Symmetrie (bis auf 2° Differenz) genäherte Auslöschungsschiefen zeigten, betrug solche höchstens 7° und nur in einem Falle 15, resp. 17°. Unterscheidet sie nun schon ihr verhältnissmässig schön ausgebildeter Viellingsbau von den anderen Feldspathen des Gesteins (von Drammen), so geschieht die Trennung hier doch noch leichter auf Grund der Verwitterungserscheinungen. Von der Verwitterung sind nämlich, mit Ausnahme der secundär

gebildeten (4. Generation), sämtliche Feldspathe in diesem »Granite« mehr oder weniger ergriffen und ist das allgemein verbreitete Product derselben auch hier der bekannte graue, ziemlich undurchsichtige Staub. Diesen Staub enthalten oft auch und in nicht viel geringerer Menge wie die andern die Plagioklase 1. Gen., neben demselben führen sie aber, und zwar hier sie fast ausschliesslich, kleine, selten bis oder gar über 0,02 mm Länge erreichende Blättchen; diese sind immer ganz gesetzlos geordnet, bald in wirren lockeren, bald in dichteren Wolken; im letzteren Falle erscheinen die betreffenden Stellen im zerstreuten Lichte wie gewässert und dabei von trübender Substanz frei; die Blättchen sind farblos, zuweilen von grünlichem Tone, oft fein gefältelt oder gefasert, reagiren lebhaft chromatisch auf pol. Licht, wenn auch vielleicht nicht so intensiv wie Muscovit und gehören wohl sicher zur Glimmerfamilie, wahrscheinlich zum *Natronglimmer*. — Die Natur dieser Plagioklase wäre nach den oben angegebenen Auslöschungsschiefen der Schnitte aus der Zone senkrecht zu M immerhin noch fraglich und, da die M entsprechenden Schnitte in Dünnschliffen (des Gesteins von Drammen) keine Blätterdurchgänge aufweisen, gar nicht anzugeben, wenn nicht die Verhältnisse eines weiterhin beschriebenen orientirten Spaltstückes glücklicher Weise auch für diesen Feldspath die Auslöschungsschiefen auf M verrathen hätten und zwar zu 15° ; es gehören also diese Plagioklase dem *Albit* zu und zwar nach *Schuster's* in Tschermaks Mittheilungen, 1880 enthaltenem Schema einem aus 12 Theilen Albit- und 1 Theil Anorthitsubstanz bestehenden. Entsprechende und diesem Albite wahrscheinlich auch zugehörige Schnitte aus dem Vorkommen am Barnekjern 10*) zeigten häufiger 20° als 15° genäherte Auslöschungsschiefen, würden also noch reinere Albit-substanz repräsentiren.

Nach Analogie dürfen wir die Albite von vorbeschriebenem Habitus überall, wo wir sie nur im Gesteine finden, und auch dort als von 1. Generation erklären, wo wir aus der Gesteins-structur keine directen Beweise für ihre frühere Bildung herleiten können (ähnlich wie aus der Freiheit von pegmatitischer Durchwachsung, welche letztere eben nicht allgemein verbreitet ist) falls

*) Diese und weiterhin folgende Nummer-Angaben beziehen sich auf die später gegebene Reihenfolge von Beschreibungen einzelner Gesteinsvorkommen.

nur nicht, und das ist nirgends der Fall, Erscheinungen gegen diese Annahme sprechen.

Wir finden übrigens Feldspathe von ganz derselben Erscheinungsweise in einem anderen Vorkommen auch unter Verhältnissen, welche seine frühere Bildung vor anderen Feldspathen beweisen. Im Gestein vom Vettakollen (No. 8) tritt nämlich dieser Albit als selbstständiger Gesteinsgemengtheil von meist sehr bescheidenen Dimensionen auf, ebenso häufig aber erkennt man ihn einzeln oder zu mehreren eingeschlossen in grösseren Feldspathen (2. Generation); die eingeschlossenen Feldspathe erscheinen zuweilen gesetzmässig zu ihrem Wirthe orientirt, öfter aber nicht, besitzen fast stets ganz regellose, zuweilen fragmentäre Formen; nicht selten erhält man den Eindruck, dass sie eine Resorption erlitten und dieser die abenteuerlichen Formen, Auszackungen u. s. w. zu verdanken haben. Mit den vorbeschriebenen Albiten theilt aber hier noch ein *anderer Plagioklas* die Art des Auftretens, der sich in seiner Erscheinung nicht selten nur in einer in Worten kaum ausdrückbaren Weise von jenen unterscheidet. Die Lamellarstructur ist nämlich oft ganz ähnlich jener, auch sprechen die beobachteten symmetrischen Auslöschungsschiefen (im Maximum 20° ; von ungefähr 30 dergleichen Beobachtungen ergaben 25 Werthe von weniger als 15°) dafür, dass ein noch ziemlich saueres Glied der Plagioklasreihe vorliege; Verwitterungserscheinungen sind zwar hier, und zumal bei den in Feldspathen 2. Gener. eingeschlossenen Körnern spärlicher als beim Albit, doch lässt sich auch hier und noch mehr an anderen Orten, wo er wiedergefunden wurde, erkennen, dass er sich in gleicher Weise wie der Albit vorzugsweise zu farblosem Glimmer umsetze. Bei einiger Bekanntschaft mit beiden Plagioklasen unterscheidet man in zweifelhaften Fällen, wo der neuerwähnte seine im Weiteren noch angegebenen Eigenthümlichkeiten nicht erkennen lässt, diesen vom Albit durch seine etwas stärkere Lichtbrechung, welche seine Durchschnitte heller und klarer als die des Albit erscheinen macht. Er liebt es ersichtlich längere Säulen zu bilden, neben denen man auch ziemlich quadratische und kurze rechteckige Schnitte (möglicher Weise Querschnitte) findet; erstere bilden zuweilen, anscheinend bei eigener Viellingsbildung nach dem Albit-Gesetze, mit einander wieder nach Karlsbader Gesetze Zwillinge; in vielen Individuen kreuzen sich die Lamellenrichtungen der verschiedenen Parteen, eben so häufig aber findet man ganz *zonare Structur*:

die lang-rechteckigen Säulenschnitte erscheinen da in einander geschachtelt lamellar. Diese Structureigenthümlichkeiten besitzen jedoch meist nur diejenigen Individuen, welche als selbstständige Gesteinsconstituenten auftreten und sich zuweilen noch häufiger und typischer an anderen Orten finden, als in dem zunächst in Betracht gezogenen Vorkommen (8, am Vettakollen). Ueberall aber lassen sie regelmässige Spaltrisse meist vermissen, auch verspricht bei ihrer oft gekreuzten Lamellarstructur ein Suchen nach nichtlamellirten M-Flächen von Vorn herein wenig Resultat, und da von den ihnen möglicher Weise zugehörigen M-Flächen diese Zugehörigkeit nicht nachzuweisen ist, überdiess dergl. muthmassliche M-Flächen (im Gesteine v. Barnekjern, 10) sehr verschiedene Auslöschungsschiefen zeigten, nämlich $+ 16$, (\pm) 2 bis 4 und $- 7$, so konnte auf diese Resultate kein Gewicht gelegt werden; aus diesem Grunde schon entziehen sie sich der genaueren optischen Bestimmung im Dünnschliffe; dazu kommt aber noch, dass ihre Structur, und besonders häufig die zonare, ersichtlich sehr oft mechanisch gestört ist, wie gesetzlose Spaltrisse und Verschiebungen einzelner Parteen gegen einander zeigen. Oft besitzen solche einfach lamellar oder zonar struirte Säulen noch eine nichtlamellirte Randzone, deren Substanz in ihrer Erscheinungsweise, nicht selten auch in ihrer optischen Orientirung, an die Feldspathe 2. Gener. erinnert; dergleichen Substanz verkittet auch zuweilen (Vettakollen, 9) die gegen einander verschobenen Bruchstücke des Plagioklases. Nach allen vorgenannten Verhältnissen darf man in diesem Plagioklase wohl einen *Oligoklas* vermuthen, resp. annehmen, dass in solcher Erscheinungsweise *mehrere* dem *Oligoklas* und *Andesin* entsprechende Mischungs-Glieder der Plagioklas-Reihe auftreten. Dass dieser Oligoklas, wie wir ihn kurz bezeichnen wollen, von 1. Generation ist, bezeugt sein Vorkommen neben Albit als Einschluss in den Feldspathen 2. Gener. des Gesteines 8 vom Vettakollen. Die Einschluss-Verhältnisse für beide sind ganz dieselben; die grösseren Feldspathe 2. Gener. enthalten beide z. th. allseitig umschlossen, z. th. sind sie nur randlich damit bespickt; an einer in letzterer Weise gefassten Oligoklas-Säule war sehr schön zu erkennen, wie der in den Wirth hineinragende Theil ersichtlich abgezehrt war, während der ausserhalb befindliche vollkommnere Form besass. Aber auch die übrigen Verhältnisse: sein häufiger Besitz relativ vollkommner äusserer Form, während die Feldspathe 2. Generation derselben meist völlig

entbehren, die Umkleidung durch Randzonen von letzteren anscheinend entsprechender Substanz, die nicht seltenen mechanischen Störungen — machen eine frühere Erstarrung dieses Oligoklases wahrscheinlich. Derselbe bewahrt, wie der Albit, meist relativ bescheidene Dimensionen.

In einem anderen Gesteinsstücke aus derselben Gegend (Barnekjern, 12) findet sich nun des Weiteren *noch ein Plagioklas*, welcher ersichtlich auch von 1. Generation ist, an dem aber zunächst seine Grössenstufe auffällt, denn während die vorbeschriebenen Plagioklase im Allgemeinen an Grösse hinter den Feldspathen 2. Generation mehr oder weniger bedeutend zurückstehen, stellt dieser die porphyrartigen Einsprenglinge für eine Grundmasse, welche von Feldspathen ausser spärlichen Plagioklasen vorbeschriebener Arten wesentlich aus solchen 2. Generation besteht; aber eben der Umstand, dass die Feldspathe der Grundmasse ersichtlich wegen Raumbeengung sich nicht äusserlich formvollendet haben ausbilden können, jedoch ersichtlich *in situ* erstarrt sind, weist diesen Einsprenglingen, unter denen sich unversehrte Individuen, und zwar selbst unter den in ihren Dimensionen zu den Grundmassegemengtheilen hinabsinkenden, gar nicht nachweisen lassen, die aber von ursprünglicher Formvollendung bei freier Ausbildung reichlich Spuren zeigen, eine frühere Bildungszeit als den wesentlichen Grundmassegemengtheilen zu; streng genommen wären sie sogar den Oligoklasen und Albiten 1. Generation als Altersvorläufer noch voranzustellen. Sie finden sich *nur als Bruchstücke*; ausser perfecten Fragmenten erkennt man noch solche, die *im Begriff der Abspaltung* fixirt wurden, sonst noch manichfache Störungen, geheilte Brüche u. s. w., endlich sogar *Quetschung* und *Biegung*; das für die Biegung nöthige Maass von Elasticität, welches wir an solchen Krystallen im Medium unsrer Atmosphäre vermissen, mag den hier beobachteten durch die Verhältnisse des Gesteinsmagmas gegeben worden sein*). In

*) Dass nicht nothwendig Schmelztemperatur die Bedingung solcher Elasticität ist, scheint mir eine in meinem Besitz befindliche Aegirin-Säule zu beweisen, welche aus dem bekannten, Eläolith und viele andre, z. Th. seltene Mineralien führenden Ganggesteine von Laaven im Langesundfjord stammt, dessen eruptive Bildung meiner Meinung nach sehr unwahrscheinlich ist. Diese 9 cm lange Säule zeigt sich zu einem Sprengel gebogen, dessen Schenkel mit etwa 20° ansteigen. — Nebenbei sei noch bemerkt, dass auch die oben beschriebenen Feldspathe die Biegungs-

ihren Structur- und optischen Verhältnissen zeigen diese Plagioklasse grosse Verwandtschaft mit den vorbeschriebenen Oligoklasen, von denen sie sich, abgesehen von der an sich ja irrelevanten Grössenstufe — ihre Säulenfragmente erreichen oft über 1 mm, zuweilen sogar 2 mm Länge, während ihre Breite nur ein Viertel bis ein Drittel der Länge zu betragen pflegt — durch ihre mikroskopischen, weiter unten beschriebenen Interpositionen leicht unterscheiden lassen. Sie besitzen stets lamellare Viellingsstructur, entweder so, dass alle, stets unter sich ungleich breiten Lamellen längs verlaufen, oder so, dass einzelne querlamellirte Parteeen dazwischen auftreten oder manche breiteren Längslamellen querlamellirt sind, oder endlich vollendeten zonaren Aufbau. Die zonare Structur ist von grosser Feinheit; meist ungemein dünne Lamellen sind ersichtlich parallel gewissen Flächen, aber unter sich verzwillingt auf einander gepackt; bei diesem Bau sind einzelne Flächen bevorzugt, anscheinend aber nicht nur 2 Flächen wie bei den Sammel-Individuen, welche Viellinge nach Albit- und Periklin-Gesetze zugleich ausgebildet zeigen; an einem grossen Schnitte z. B. ist die eine Schnitthälfte nicht parallel der sie begrenzenden Längsseite, sondern schräg zu ihr, wahrscheinlich parallel einer Endfläche lamellirt; auch greifen ersichtlich die Lamellen des einen Systems zuweilen über ihr Gebiet hinaus und sind wahrscheinlich auch die nach einer Fläche verzwillingten Lamellensysteme mit denen nach anderen Flächen geordneten verschränkt und durcheinander geblattet; es zeigen sich desshalb sogar die ihrer äusseren Form nach für Schnitte nach M zu haltenden oder dieser Richtung wenigstens angenäherten Schnitte auch fein lamellirt in verschiedenen Richtungen. Unter diesen Umständen und da gute, deutlich ausgesprochene Spaltbarkeitspuren fehlen, ist man zur Ermittlung der optischen Verhältnisse dieser zonaren Individuen einzig auf die Beobachtung symmetrischer Auslöschungsschiefen von Lamellensystemen angewiesen, deren krystallographischen Verlauf man zu kennen meint. Aeusserlich besitzen die Säulenfragmente fast stets eine, meist 0,05—0,1 mm breite Randzone; dieselbe, optisch etwas abweichend orientirt und mit den Lamellensystemen des Innern wohl zusammen-

erscheinungen z. Th. viel deutlicher und schöner zeigen als die von *van Werveke* im N. Jahrb. f. Min. 1883 abgebildeten und als secundäre Viellinge gedeuteten Krystalle.

geblattet, gehört entweder dem Krystall ursprünglich zu und gleicht zuweilen die durch den zonaren Aufbau, z. B. vorwiegendes Wachstum nach einer Fläche resultirten Unebenheiten aus, und in diesem Falle sind die Bruchflächen natürlich frei von ihr — oder sie besteht aus Feldspath-Substanz 2. Generation und umkleidet dann das Fragment allseitig, wenn auch nicht von überall gleicher Dicke; letztere schwankt dabei im Verhältniss zum umschlossnen Feldspathe sehr, indem zuweilen kleine Plagioklassäulen von nur 0,1 mm Dicke eine jederseits doppelt so dicke Randzone besitzen, bei grösseren Fragmenten dagegen die Randzonendicke stellenweise auf 0,01 mm sinkt. — Diese Plagioklase besitzen vorzugsweise noch frische Substanz, aber zahlreiche Einlagerungen. Kleine Erzkörner, Fetzen und Mikrolithen von Hornblende und Glimmer (von demselben Habitus wie in der umgebenden Masse) bezeugen, dass auch die Verfestigung dieser Gemengtheile vor oder mit der Feldspathbildung schon begonnen haben muss. Regellos gestaltete, meist parallel den Feldspathlamellen in die Länge gezogene Hohlräume von 0,005—0,01 mm Grösse, ähnliche farblose Einschlüsse mit verhältnissmässig kleiner Libelle, an welcher Beweglichkeit nicht zu erkennen war (Flüssigkeits- oder Glaseinschlüsse) wurden in einzelnen Feldspathen erkannt; letztgenannte Einschlüsse finden sich stellenweise sehr zahlreich, selten grösser als 0,005 mm, viele zu äusserster Kleinheit hinabsinkend, in Schwärmen, zuweilen auch ähnlich den »Perlschnuren« in Quarz zu Ketten gereiht. Noch interessanter, auch viel verbreiteter in ausgedehnten die Feldspathschnitte zuweilen fast ganz bedeckenden, mehr oder weniger dichten Wolken, sind dunkle, unmessbar kleine Punkte und bis 0,0005 mm grosse dunkle Ringe, welchen sich nicht selten entsprechende dunkle, meist nur 0,01 bis 0,005 mm lange, gerade oder leicht gekrümmte Stäbchen (Trichite) zumengen; die grössten Stäbchen sind ersichtlich gern den Feldspathlamellen parallel gelagert und auch bei den kleineren sieht man oft eine Anordnung nach etwa 4 bestimmten Richtungen, von welchen allerdings noch immer manche abweichen. Da auf circa 25—50 Punkte meist erst ein Stäbchen kommt, so dürften erstere schwerlich nur Stäbchen-Querschnitten entsprechen, sondern wohl zum grössten Theil rundlichem Staube. Wo innerhalb des Feldspathes Umbildung zu farblosem Glimmer stattgefunden hat, was nicht selten der Fall ist (auf Spalt-Rissen ist übrigens gewöhnlich Chlorit abgelagert, welcher dem umgebenden Gesteinsgemenge entstammt),

erkennt man in den wirren, innigen Glimmer-Aggregaten keine oder nur noch undeutliche Spuren mehr von Staub und Stäbchen; sie scheinen demnach bei der Umwandlung des Feldspathes mit resorbirt zu werden. Diese staubähnlichen Interpositionen erscheinen von Wichtigkeit behufs Deutung der Plagioklas-Species; bekannt sind nämlich ganz ähnliche Interpositionen meines Wissens nur aus basischen Plagioklasen (aus Gabbro) und dürfen wir also in Analogie damit einen verhältnissmässig basischen Plagioklas, vielleicht *Labrador* in diesen Einsprenglingen vermuthen. Zu dieser Vermuthung stimmen auch sehr gut die wenigen optischen Bestimmungen, welche die Verhältnisse auszuführen erlaubten. Wegen der manichfachen mechanischen Störungen besitzen nämlich sehr viele Feldspathschnitte kein präzises optisches Verhalten und tritt das Auslöschen zwischen \perp N. meist in verschwommenen, bei Drehung des Präparates wandernden Flecken ein. Schnitte aus der Zone senkrecht zu M wiesen als grösste symmetrische Auslöschungsschiefe 25° auf und ein wahrscheinlich als M genähert aufzufassender, nicht deutlich lamellirter Schnitt eine Auslöschungsschiefe zur Längskante von $(? -) 24,5^\circ$ *).

*) Ich halte es für nöthig anzugeben, dass die Mechanik meines Mikroskopes keine so vollkommene ist, wie sie bei neueren Instrumenten verlangt wird; die Winkelwerthe bei Drehungen können daher auf keine so grosse Sicherheit Anspruch machen wie bei diesen und verlangten natürlich auch immer mehrfache Controle. Dass ich des Weiteren keine überaus starken Vergrösserungen, etwa Immersions-Systeme, kein convergentes Licht sowie manch anderen Apparat nicht angewandt habe, erklärt sich ebenso dadurch, dass mir weder die Instrumente und Apparate eines Museums zu Gebote stehen und noch viel weniger meine eigenen Mittel erlauben, mich mit solchen auszurüsten. Trotzdem hoffe ich die Anerkennung zu finden, dass es mir gelungen ist, auch ohne opulente Ausrüstung, dagegen mit relativ dürtigen Instrumenten, welche die Forschung allerdings mühsamer machen, die wissenschaftlichen Kenntnisse zu bereichern. Sollte aber ein günstiger situirter Fachgenosse sich veranlasst fühlen, die Richtigkeit der von mir ermittelten Thatsachen mit besseren Instrumenten und nach anderen Methoden zu prüfen, so würde das mich nur freuen. — Diese Gelegenheit benütze ich zugleich, um mich zu entschuldigen, falls ich irgend eine wichtige, in der Literatur gebotene Angabe unbeachtet gelassen haben sollte; bei dem jetzigen Umfange der Fachliteratur ist eine solche Versäumniss ja an sich leicht möglich und für mich, da ich in den letztvergangenen Jahren die wissenschaftlichen Publicationen nicht im nöthigen Umfange habe verfolgen können, kaum zu vermeiden. Dazu bemerke ich noch, dass z. Z. der Drucklegung dieser Arbeit von einzelnen periodischen Schriften, in wel-

Werfen wir einen Blick zurück auf die Feldspathe, für welche nach Verhältnissen der Gesteins-Structur die Erstgeburt anzunehmen ist, so haben wir also *lauter normal struirt Plagioklas*: *Albit* konnte nachgewiesen werden, die Natur als *Oligoklas* und *Labrador* ist für andre mindestens wahrscheinlich. Damit liegt auch die Annahme nahe, dass in den Feldspathen dieser Generationsstufe alle Glieder der Plagioklasreihe, oder wenigstens alle die von Albit bis Labrador, vertreten sind.

Die Feldspathe zweiter Generation. — Gegenüber den vorbeschriebenen Plagioklasen sind alle andern Feldspathe des Gesteins, die ganz überwiegende Masse der Gesteinsfeldspathe in sich fassend, nachgeborne; ein geringer Theil derselben ist oder scheint wenigstens z. Th. noch jünger als die Mehrzahl und wird daher der Begriff 2. Generation auf letztere beschränkt.

Die Feldspathe zweiter Generation besitzen, und das unterscheidet sie sehr gut von den Plagioklasen 1. Generation, *perthitische Structur*. Abgesehen von einem einzigen der untersuchten Vorkommnisse halten sich die Perthite (Mikroperthite) immer in den relativ bedeutendsten Grössenstufen.

Der Name »Perthit« und »perthitische Verwachsung« wird hier nicht bloss der gesetzmässigen Verwachsung von Orthoklas und Albit, auch nicht allein einer solchen nach dem Orthopinakoid gegeben (Verhältnisse, welche beim Feldspathe von Pertl obwalten), sondern auf alle, *ersichtlich gesetzmässigen Ver- und Durcheinanderwachsungen zweier* substantiell oder in ihrer Molekular-Ordnung verschiedenen *Feldspathe* angewendet.

Weiter ist zu betonen, dass, wenn auch die perthitische Structur als *durchaus charakteristisch* für diese Feldspathe hingestellt wird, damit doch nicht gesagt sein soll, dass unter ihnen homogene Individuen ganz fehlten; die Möglichkeit, dass vereinzelte homogene Feldspathkörner dazwischen vorkommen, gestehe ich von vorn herein zu, auch würde deren Auftreten ganz natürlich sein, denn in ganz oder ziemlich gleichmässiger Mengung finden sich die beiden Perthitsubstanzen verhältnissmässig selten, meist waltet die eine derselben an Masse vor; wenn nun die

chen leicht möglicher Weise für diesen Gegenstand Wichtiges enthalten, die auf der von mir benutzten Universitätsbibliothek Göttingen enthaltenen jüngsten Bände oder Hefte schon 1—2 Jahre alt waren.

andere immer mehr zurücktritt, so wird der Dünnschliff Feldspathdurchschnitte bieten, welche von letzterer nur noch ganz geringe und leicht übersehene Parteen oder zufälliger Weise vielleicht gar keine mehr (je nach der Lage des Schnittes) enthalten; auch können eben durch das völlige Zurücktreten in Wahrheit homogene Feldspathkörner resultiren. Die Menge solcher homogener Schnitte ist aber immer eine ganz untergeordnete und nur in den äussersten Grenz-Regionen des Gesteines, in dünnen Trümmern, wo leichtbegreiflicher Weise sich oft ganz besondere Verhältnisse einstellen und eine Trennung der Feldspathe nach Generationsstufen undurchführbar wird, mögen sie stellenweise die Oberherrschaft erlangen.

Die Erscheinungsweise dieser Perthite im Dünnschliffe ist einmal durch ihre Verwachsungsart und dann durch ihr Umsetzungsstadium, resp. ihre Verwitterbarkeit, also indirect durch die Feldspathsubstanzen bedingt. Letzterer Umstand lässt die perthitische Verwachsung schon im zerstreuten Lichte erkennen; wenn nämlich die eine Substanz, z. B. Mikroklin, durch Verwitterung trüb ist, während die andere (Albit) noch grösstentheils wasserklar erscheint, oder wenn, was ersichtlich häufiger der Fall ist, beide Substanzen zwar in gleichem, noch bescheidenem Grade und in gleicher Weise von Verwitterung ergriffen sind, das Verwitterungsproduct aber, der gewöhnliche, allbekannte, trübe hellgraue Staub, sich vorzugsweise auf den durch die Perthit-Structur gebotenen Fugen abgelagert hat; ist die Menge des Staubes bedeutender, so verhüllt er die Verhältnisse wiederum. In der Mehrzahl der Fälle aber erkennt man die Perthit-Structur erst zw. + Nicols und zwar auch dann oft nur bei gewissen, z. B. diagonalen Lagen des Feldspathschnittes. Die Bilder, welche die Mikroperthite bieten, sind ferner ganz abhängig von der krystallographischen Lage des Durchschnitte und dem gegenseitigen Mengenverhältnisse der miteinander verwachsenen Feldspathsubstanzen, sowie von der gleich- oder ungleichmässigen Vertheilung der untergeordneten Substanz; unter ihnen fallen besonders diejenigen von *Band-* und *Maschenstructur* auf und die durch Schmitzen oder Schlieren anscheinend *geflaserten**).

*) Ein Theil der manichfaltigen Structurbilder, welche die Schnitte bieten, mag wohl denen entsprechen, die von Cohen (in Benecke & Cohen's »Heidelberg« S. 109—129) als »wellig-wolkig« oder als marmorirt, von F. Becke (Tscherm. Mitth. 1882) als »undulös« bezeichnet worden sind.

Welche von den Feldspathsubstanzen den resultirenden Perthit ihrem Formtriebe betreffs äusserer Form und Blätterdurchgängen unterworfen, das erlaubten mir die Verhältnisse nicht zu bestimmen; doch erscheint diese Frage vom geologischen Standpunkte aus auch nebensächlich.

Eingehendere Untersuchung lehrte, dass auch betreffs der in perthitischen Verwachsungen befundenen Feldspathsubstanzen im ganzen Gesteine *Manichfaltigkeit* obwalte. Die Bestimmung der im Folgenden beschriebenen Perthite erfolgte z. Th. nach Untersuchungen von gewöhnlichen Dünnschliffen, z. Th. aber von dünn geschliffenen, orientirten Feldspath-Spaltstücken*). Darnach treten im Gesteine auf:

a. *Orthoklas mit Albit* (und umgekehrt: Albit mit Orthoklas).

In dem (von *Voigt*) orientirten Spaltstücke nach oP eines solchen Perthites, von Drammen, waren Blätterdurchgänge nur undeutlich erkennbar, am Ehesten der nach dem Klinopinakoid: dieser bedingte nämlich stellenweise die Grenzlinie. Die bei diagonalen Lage zwischen + Nicols am Besten erkennbaren, zahlreichen im Orthoklas eingelagerten Albit-Parteien sind regellos begrenzt, aber meist ziemlich senkrecht zu jenem Blätterdurchgange in die Länge gezogen und gewöhnlich nur 0,005 mm breit; sie besitzen nicht selten mehr oder weniger deutliche Lamellirung und laufen die unter sich ungleich breiten Viellings-Lamellen parallel ben. Spaltbarkeitsspuren; doch ist auch nach ihrer Richtung wegen ihrer Kürze die Orientirung schwierig und unsicher, und ergaben alle Orientirungsversuche sowohl zu ihnen als zur Spalttrichtung nur das eine sichere Resultat, dass weder der Orthoklas noch der Albit ihnen parallel auslöschen**), sondern ersterer

*) Diese Spaltstücke sind z. Th. von dem durch sein Geschick rühmlich bekannten Herrn *Voigt* i. F. Voigt & Hochgesang hergestellt worden und zwar hat gen. Herr die Spaltstücke nach M und P jedesmal von demselben Feldspath-Individuum präparirt; Herr *Voigt* betont, dass diese Spaltstücke »genau orientirt« seien; dies wage ich von den von mir selbst präparirten Spaltstücken nicht zu behaupten. — Die Spaltstücke mussten, um die Verhältnisse deutlich genug erkennen zu lassen, ganz dünn geschliffen werden; wohl nur in Folge dieser Dünne gelang mir auch bei ihnen nicht mit Hilfe der Lupe, aber ohne Condensationslinse, einen Axen-Austritt zu erkennen.

**) Solchen Umstand kann man auch mit einem Mikroskope von wenig vollkommener Mechanik ganz sicher ermitteln; übrigens sind die Auslösungsrichtungen sowohl wie die eventuelle Lamellarstructur ausser

bei etwa 7—8°, die Albit-Lamellen bei 2° und bei 9 oder 10° nach derselben Seite. Für diese Thatsache liegt die nächste Erklärung in der Annahme, dass durch das Schleifen die genaue Orientirung verloren gegangen ist. In einem andern (nicht von *Voigt* orientirten) Spaltstücke betrugen die betr. Auslöschungsschiefen 0°, an einzelnen Stellen aber auch bis 4°, und für die lamellirte Substanz 2 und 8°.

Dagegen löscht in dem von demselben Individuum wie jenes hergestellten Spaltschliffe nach M die Hauptmasse genau orientirt zur besten Spaltbarkeit aus, die wellenförmigen Flasern und Schlieren von Albit aber, welche meist der untergeordneten prismatischen Spaltbarkeit parallel eingewachsen sind und in denen man auch vereinzelt, kümmerliche farblose Glimmerblättchen entdeckt, schaaren sich gegen einen *ersichtlich gleichsinnig eingewachsenen* Albit 1. Generation hin zu einem immer dichteren Maschenwerke und sind bei + 15° am dunkelsten, gleichzeitig mit dem erwähnten eingewachsenem Albite (dies ist die oben S. 10. schon erwähnte Beobachtung). Die Spaltlinien treten übrigens nur zw. + Nic. gut hervor. An andern entsprechenden Durchschnitten wurden für den Albit verschiedene, zwischen 12 und 19° variirende Auslöschungsschiefen beobachtet, sodass möglicher Weise im Albite die Mischungs-Verhältnisse von Albit- und Anorthitsubstanz keine constanten sind.

Schnitte aus der Zone senkrecht zu M erweisen sich nicht selten als Zwillinge nach Karlsbader Gesetze und tritt besonders in solchen die Albitsubstanz sehr, stellenweise bis zum Verschwinden zurück; in den an Albit reicheren Schnitten erscheinen die Albit-Parteien meist als parallel der Spaltrichtung nach M eingelagerte Schmitzen oder in regellos geformten Flecken; die Albit-Lamellen sind von sehr verschiedenen Dimensionen, meist kurz (0,02 mm lang und 0,001 mm oder noch weniger breit), ungleich breit und nicht immer regelmässig gestaltet; die Feinheit der Lamellirung bewirkt, dass oft Auslöschung bei Orientirung zur Spaltbarkeit oder zur Zwilling-Grenze, zugleich mit dem Orthoklas, stattfindet, die Dunkelheit auch noch andauert, selbst wenn man das Präparat schon um einige Grade aus der Orientirung gedreht hat, und man die lamellare Viellingsbildung nur

einfach zw. + Nicols auch meist mit eingeschobener Quarzplatte, im violetten Lichte, geprüft worden.

bei diagonalen Lage zw. + N. erkannt; auch sind wohl deshalb die Polarisationsbilder oft undeutlich und wenig scharf (noch verschwommenere Bilder liefern natürlich zu dieser Zone geneigte Schnitte); zuweilen findet man auch senkrecht zu den anderen stehende Lamellen, doch ist für solche Schnitte die Zugehörigkeit zu dieser Perthit-Art nicht erwiesen. Wo die Viellingslamellen ihre optischen Eigenthümlichkeiten zeigen, und dies thun auch in den feinstlamellirten Schnitten noch immer einige breitere Lamellen, besitzen sie zur Lamellenrichtung symmetrische Auslöschungsschiefen (beobachtet: $3-10^\circ$).

b. *Albit mit Mikroklin.*

Ein (von Voigt) nach oP orientirtes Spaltstück, von Gunilrud No. 2, erscheint im zerstreuten Lichte gefleckt, nämlich durch bestäubtere Flecken von regelloser Form auf klarerem Grunde; dieselben reihen sich gern zu Bändern, welche steil geneigt bis annähernd senkrecht zu der erkennbaren Spaltrichtung verlaufen; zw. + N. zeigt die vorwaltende klarere Substanz dichte feine Viellings-Lamellirung; die Lamellen haben 0,001—0,005 mm Breite, erscheinen selten streng leistenförmig, eher keilförmig, und liegen der Spaltrichtung parallel; wegen ihrer Form-Unregelmässigkeiten ergiebt die Orientirung nach ihrer Richtung ebenso wie die nach derjenigen der nicht sehr vollkommenen Spaltbarkeit schwankende Werthe, doch löschen diese dem Albit zugehörigen Lamellen in der Mehrzahl bei 4 bis 5° Schiefe rechts und links aus, die trüberen, *nicht lamellirten*, dem Mikroklin entsprechenden Flecken aber bei 10 bis 15° nach der einen Seite; ganz ähnliche Verhältnisse lassen manche Perthit-Schnitte in Dünnschliffen erkennen.

Das zu jenem zugehörige Spaltstück nach M, welches zwei sich unter 116° schneidende Blätterdurchgänge aufweist*), zeigt sich vorzugsweise ziemlich gleichmässig *gebändert*, indem annähernd parallel der prismatischen Spaltrichtung in ziemlich gleichen Abständen 0,025—0,5 mm breite aber nicht gradlinig begrenzte, sowie auch nicht durchweg gleich breite Bänder und Schlieren von klarem Albit und trüberem Mikroklin verlaufen. Weder die eine noch die andre Substanz ist lamellirt. Der Albit löscht hier bei

*) Die prismatische Spaltbarkeit tritt in solchen Schnitten immer deutlicher hervor als wie selbst diejenige nach M in den Spaltstücken nach oP; dies erklärt sich wohl am Einfachsten durch die in Folge des Schleifens bewirkte intensivere Lockerung der zur 1. Spaltrichtung senkrechten Schnitte.

+ 20°, der Mikroclin bei + 7° Schiefe zur ersten Spaltbarkeits-Richtung aus. An entsprechenden Schnitten in Dünnschliffen wurden für Albit wie für Mikroclin z. Th. etwas abweichende Auslöschungsschiefen gefunden.

Auffallen muss die Thatsache, dass der Mikroclin weder in dem einen noch dem andern Schnitte Viellingsstructur aufweist; auch an keinem der in Gesteinsschliffen gefundenen entsprechenden Durchschnitte konnte solche erkannt werden*).

Besonders erwähnenswerth erscheint ferner, dass man nicht so selten grosse Zwillinge von solchen Perthiten findet, welche die gebänderten, nicht lamellirten M-Flächen zeigen. Die Bänder stehen mehr oder weniger steil geneigt zu der meist auf nur geringe Erstreckungen geradlinig verlaufenden Zwilling-Grenze und schneiden sich dort federfahnenähnlich unter mehr oder weniger stumpfem (180° genähertem) Winkel. Demnach scheinen hier Zwillinge nach einem Periklin-Gesetze vorzuliegen.

Was die Durchschnitte aus der Zone senkrecht auf M betrifft, so dürfen wir auch in ihnen den Mikroclin nicht mit typischer, womöglich gekreuzter Viellingslamellirung anzutreffen erwarten, da er, wie vorstehende Angaben zeigen, hier nur in einheitlichen, solitarischen Partien vorzukommen scheint. Zwar finden sich im Gesteine an manchen Stellen (Vettakollen 8) an Erzkörnchen auffällig reiche Durchschnitte mit gekreuzten Lamellensystemen, welche auf den ersten Blick an die bekannten typischen Mikroclin-Schnitte erinnern; da ihre Auslöschungsschiefe aber 15° nicht überschreitet, so können sie immerhin auch zum Albit gehören. Andererseits fehlen eben die Durchschnitte dieser Zone nicht, deren Verhältnisse den nach Obigem zu erwartenden entsprechen: dieselben sind oft auch senkrecht zur Spaltrichtung (nach M) gebändert, die klareren Bänder sind senkrecht zur Bandrichtung fein lamellirt, löschen aber trotzdem meist parallel der Lamellen-Richtung aus (es kehren da die Verhältnisse wieder, welche vom Albit des vorbeschriebenen Perthites angeführt sind), die trüberen Bänder dagegen sind einheitlich und besitzen eine

*) Dergleichen ganz oder wenigstens meist einheitlicher Mikroclin ist an sich ja keine ganz ungewöhnliche Erscheinung mehr; auffälliger erscheint mir, dass nach *Cohen* in *Benecke* und *Cohen's* Heidelberg, S. 127 ff in den ähnlichen Mikroclinperthiten die Erhaltungszustände beider Feldspathe gerade die umgekehrten sind als wie hier. d. h. der Mikroclin frischer als der Albit ist.

einseitige Auslöschungsschiefe von manchmal 18° . Diese trübere Substanz tritt oft sehr zurück, zuweilen bis zum Verschwinden (Drammen), daneben finden sich jedoch auch grosse homogene, zwei senkrecht zu einander stehende Spaltrichtungen aufweisende Schnitte, welche einheitlich bei 17° Schiefe auslöschen. — In andren Schnitten, wo der Albit nicht selten gekreuzte Lamellirung aufweist, fehlt die Bänderung; sie zeigen meist ein etwas »gestörtes«, durchweg fein lamellirtes Mosaik. Solche Schnitte haben manchmal 3 verschiedene Auslöschungsschiefen: einzelne Parteen nämlich löschen, doch wohl nur der feinen Lamellirung wegen, orientirt aus, andere bei event. 5° rechts und links (Albit), und der Mikroclin endlich bei event. 12° einerseits.

c. *Albit mit Oligoklas (?)*

Bei dem mit aller Vorsicht und dem rühmlichst bekannten Geschick des Herrn Mechaniker *Voigt* nach oP orientirten geschliffenen Spaltstücke eines solchen Perthites offenbarte sich auf das Deutlichste, wie unsicher hier eine solche Orientirung nach oP gelingt und wie wenig Vertrauen die bei den sehr complicirten und meist undeutlichen Verhältnissen dieser Schnitte mühsam errungenen Beobachtungs-Resultate aus jenem wie aus diesem Grunde beanspruchen dürfen. Ungefähr zwei Drittel des circa 5 mm im Quadrat haltenden Präparates zeigen nämlich das gewöhnliche Gesteinsgemenge mit M genäherten Feldspathschnitten und nur ein Drittel besteht aus dem oP parallelen Schnitte. — Derselbe bietet dem Auge beide Feldspaths substanzen in z. Th. dichtem und durch auf den Fugen eingelagertes trübes Umwandlungsproduct noch schwerer aufzulösendem Maschenwerke, für dessen Anordnung anscheinend Domen- oder Pyramidenflächen massgebend waren; nur der geringere Theil des Schnittes zeigt homogene, nicht lamellirte Substanz (»Hauptsubstanz«); beiderlei Substanzen sind innerhalb des Maschengewebes sehr häufig lamellar struirt und laufen die Lamellen ganz oder angenähert parallel den wenig deutlichen Spaltbarkeitsspuren, doch ist bei dem innigen Maschengewebe und den dadurch jedenfalls gegebenen verschiedenen Reflexen, sowie auch aus dem Grunde, weil die Lamellen oft keilförmig sind, eine Orientirung nach Lamellen-Grenzen auch sehr unsicher; manche Stellen des Schnittes werden zw. + N. gar nicht dunkel, viele andere dagegen und zwar von beiderlei Substanzen, wahrscheinlich in Folge äusserst feiner Lamellirung, bei Parallelstellung der Spaltrichtung zu einer Nicoldiagonale. Im

Uebrigen ergaben die Mehrzahl der Messungen die Auslöschungsschiefen für die Hauptsubstanz zu etwa $+ 4^\circ$, für die Lamellen der andern Substanz zu $- 1$ und $+ 7^\circ$.

Dass beiderlei Substanzen nicht mit parallelen Hauptaxen verwachsen seien, darauf deuten auch die Beobachtungen an Spaltstücken nach M hin. Der vorbeschriebenen Spaltstücke vom Tonsen Aas zugehörige Schnitt nach M zeigt den untergeordneten Feldspath sehr ungleichmässig und in der manichfaltigsten Weise, in Flecken, Schlieren, Schmitzen und Flasern eingewachsen; letztere ziehen meist parallel der untergeordneten prismatischen Spaltrichtung, sind bald ganz vereinzelt, bald gehäuft und haben zw. $+$ Nic. gewöhnlich nach mehreren Seiten verschwommene Grenzen; beiderlei Feldspathsulstanz ist gleich frisch und ist staubiges Verwitterungsproduct anscheinend nur auf den Fugen zwischengelagert. Umbildung zu farblosem Glimmer ist nicht zu beobachten. Die vorwaltende Substanz löscht bei $+ 15^\circ$ Schiefe zur 1. Spaltrichtung aus, die untergeordnete aber, obwohl sie keine Lamellirung erkennen lässt, besitzt doch zwei verschiedene Auslöschungslagen, nämlich $+ 12^\circ$ und $+ 18\frac{1}{2}$ bis 19° , was einer Differenz gegenüber der betr. Lage der Hauptsubstanz von circa 3° beiderseits entspricht. Dieser geringen Auslöschungsschiefen zu Folge darf man wohl, trotz der widersprechenden aber unsicheren Messungsergebnisse auf öP, die eingewachsenen Partien dem Oligoklas zurechnen. An einem andern Spaltstücke betrug die Auslöschungsschiefe der »Flasern« 5° beiderseits.

Ersichtlich hierhergehörige M-parallele Durchschnitte wurden in Dünnschliffen oft gefunden, doch gelang da eine Bestimmung der Auslöschungsschiefen für die interponirten Partikel selten, und betrug dieselbe 6° beiderseits von derjenigen der Hauptsubstanz, welche in diesem Falle zu 17° , im Uebrigen aber häufiger zu 20° ermittelt wurde.

Die Schnitte aus der Zone senkrecht auf M, resp. die derselben genäherten Schnitte bieten sehr verschiedene Bilder, je nach der Masse und Menge der eingewachsenen Substanz oder, was gar nicht sicher davon zu trennen, nach der Feinheit der Viellings-Lamellirung der Hauptsubstanz. In solchen fein und oft auch kreuzweis lamellirten Schnitten, welche sich durch fleckenweis gehäuftes Verwitterungsproduct gewöhnlich theilweise verhüllt zeigen, kann man meist nur die Auslöchungsrichtungen der Albit-Lamellen erkennen, welche z. Th. scheinbar orientirt, z. Th. sym-

metrisch rechts und links der Lamellen-Richtung verlöschen. Wie schon die Beschreibung des o P entsprechenden Spaltstückes lehrt, ist aber die Hauptsubstanz oft auch solitarisch (einheitlich) und müssen wir uns an solche wesentlich einheitliche Schnitte halten, um etwas Näheres über die Auslöschungsrichtungen zu erfahren. In Schnitten jener Art findet sich die untergeordnete Substanz in leistenförmigen oder auch ganz regellos geformten und vertheilten Flecken, welche meist gekreuzte Viellingslamellirung aufweisen; diese lamellirten Parteen zeigen aber wenig Gesetzmässigkeit in ihren opt. Verhältnissen, sie kommen meist gar nicht zum völligen Verlöschen. Es sei gestattet, die Beobachtungen an einem Schnitte als Beispiel anzuführen. Nicht selten findet man diese grossen Perthite als Zwillinge, ersichtlich nach dem Karlsbader Gesetze: ein solcher Zwillingsschnitt (vom Tonsen-Aas), welcher 2,5 mm Länge, dessen eines Individuum 1,2 mm, das andere nur 0,6 mm Breite besass, mit der 1. Spaltbarkeitsrichtung senkrecht zur Zwilling-Grenze, enthält ziemlich parallel zu jener liegende feine, schmitzenähnliche, selten über 0,1 mm lange Lamellen oder Nadeln einzeln oder in ganzen Zügen, welche letztere dadurch resultiren, dass mehrere sich, eine immer die andere treppenförmig überragend, aneinanderlegen und zugleich schräg hintereinander ordnen. An diesen Lamellen ist meist kein vollständiges Verlöschen bemerkbar, doch scheinen viele von ihnen bei Schiefen von 17 und 25° nach der einen Seite von der Zwilling-Grenze auszulöschen; die einheitlichen Hauptmassen besitzen dazu symmetrische Auslöschungsschiefen von 10°. — An verschiedenen grossen Schnitten mit zwei rechtwinkl. Spaltrichtungen und von ziemlich einheitlicher Substanz wurden Auslöschungsschiefen von 6—9° gefunden.

d. *Orthoklas mit Oligoklas.*

Dieser Perthit ist weniger verbreitet als die vorbeschriebnen; aus diesem Grunde konnten auch keine Spaltstücke von ihm erlangt werden. Die Beweise für seine Gegenwart im Gesteine lieferten eben nur Feldspathdurchschnitte in Gesteinsschliffen, von denen die parallel zu M laufenden ähnliche Verhältnisse aufweisen wie diejenigen der Orthoklas-Albit-Perthite, nur dass die Fläsern bei 7—9° zw. + N. auslöschten, während dies die Hauptmasse orientirt that, oder umgekehrt die Hauptmasse bei 7° zur 1. Spalt-richtung; entsprechend löschten ziemlich einheitliche Schnitte der Zone senkrecht zu M entweder orientirt oder bei 17° Schiefe aus.

Die Gegenwart weiterer Perthit-Arten, vielleicht auch solcher, welche aus dreierlei*) Substanz aufgebaut sind, konnte nicht nachgewiesen werden, ist aber immerhin möglich.

Die Feldspathe dritter Generation. — Als vorwaltender Gemengtheil der oben S. 8 erwähnten lockerstruirten bis kleinzelligen, untergeordneten Gesteinspartieen findet sich ebenfalls Feldspath; da diese Partieen nun ersichtlich später erstarrt sind als wie die vorwaltenden, compress struirten, in welchen die Feldspathe 2. Generation fast ausschliesslich herrschen, so erscheint es geboten, sie als eine jüngere Generationsstufe von diesen getrennt zu halten. Secundär gebildet, etwa aus von dem Verwitterungsprocess gelieferten Lösungen ausgeschieden, sind sie sicherlich nicht. Eine scharfe Grenzlinie zwischen beiden Generationsstufen vermag ich aber nicht zu ziehen; die jüngeren Feldspathe haben nämlich entweder so viel Aehnlichkeit mit denen der 2. Generation oder lassen uns wenigstens ihre Verschiedenheit nicht erkennen, so dass die Zurechnung vieler Feldspath-Schnitte zur einen oder andern Generationsstufe zur Zeit oft ganz willkürlich ist. Als Kriterien gegenüber den Feldspathen 2. Generation konnte ich auf Grund meines Untersuchungsmaterials nur folgende ermitteln:

1) Die Feldspathe 3. Generation besitzen viel geringere Dimensionen: meist 0,5—1 mm Länge bei 0,15—0,25 mm Breite;

2) sie zeigen sich äusserlich mehr oder weniger formvollendet, krystallisirt, während die Feldspathe 2. Gen., wie erwähnt, von Contactflächen begrenzt werden;

3) allem Anschein nach sind sie meist in der Richtung der Kante P/M (Axe a) in die Länge gezogen, während die M-Flächen der Feldspathe 2. Generation ziemlich isometrische Erstreckung oder ihre grösste Länge parallel der Haupt-Axe zu besitzen pflegen.

Die Verhältnisse dieser Feldspathe sicher und eingehender zu ermitteln verlangt die Verfügung über ein reichlicheres, als das meinige, und an sich sehr umfassendes Material, an welchem nicht allein die krystallographischen Elemente durch directe Messungen, sondern auch die optischen und chemischen Verhältnisse an genügend frischen, ausgesuchten Krystallen bestimmt werden

*) Wie solche Kloos beschrieben hat, im N. Jahrb. 1884, II, 87.

können; in den meiner Untersuchung zu Grunde liegenden Dünnschliffen nämlich zeigten sich die betr. Feldspathschnitte von Verwitterung stets mehr ergriffen als alle andern und vereitelte das überreichliche staubige Verwitterungsproduct meist jede eingehendere Prüfung.

Im Allgemeinen scheint auch bei ihnen Perthit-Bildung zu herrschen. Die Feldspathsäulen besitzen quadratischen oder rechteckigen Querschnitt und sind äusserlich nicht selten schräg gestreift (auf der M-Fläche?); dementsprechend sind die langgezogenen Schnitte von meist trüben, senkrecht oder geneigt auf den Längskanten stehenden Streifen gebändert; in einem solchen Schnitte, wo die trüben Bänder einen Winkel von ca. 65° mit der Längskante bildeten, besass die nichtlamellirte frischere Substanz 11° Auslöschungsschiefe zu dieser (Oligoklas?); wo die Bänder ziemlich quer verlaufen, erkennt man in ihnen zuweilen feine Viellings-Lamellirung und Auslöschen bei 2° Neigung einerseits, 6° andererseits, während die zwischenliegenden einheitlichen Bänder orientirt verlöschen. Die orientirte Auslöschung wird überhaupt oft gefunden und scheint demnach Orthoklas hier eine grosse Rolle zu spielen. — Manche quadratische Schnitte zeigten 4 und 5° Auslöschungsschiefen.

Die Feldspathe vierter Generation. — Das sind ersichtlich secundär, nach der völligen Gesteins-Erstarrung gebildete, wahrscheinlich aus Verwitterungs-Solutionen niedergeschlagene, in nur ganz spärlichen Mengen auftretende Feldspathe. Sie wurden nur im Gesteine von Gunildrud (No. 2) sicher erkannt, in anderen Vorkommen erlaubten sie keine optischen Bestimmungen; sie finden sich auf Fugen zwischen oder neben Feldspathen (2. Gen.) sind frei von jedem trübenden Verwitterungsproducte und fallen eben desshalb schon durch ihre wasserklare Substanz auf; äusserlich ganz unregelmässig begrenzt, tief ausgezackt, greifen sie (in No. 2), anscheinend resorbirend, tief in die benachbarten fein lamellirten Albit-Perthitschnitte ein; sie besitzen typischen lamellaren Viellingsbau bei allerdings auch sehr verschiedener Breite der Lamellen und sind ihre Lamellen sowie ihre optischen Elasticitätsaxen anscheinend immer gleichsinnig zu denen eines benachbarten Perthit-Albites gelagert, ersichtlich jedoch nicht zu denen des unmittelbar angrenzenden, sondern des jenseits des Spalt- oder Fugenraums liegenden. Dieser Umstand bewirkt ein-

mal, dass sich in solcher oft nur 0,5 mm breiten Spalt-Füllmasse meist in 2, manchmal in 3 verschiedenen Richtungen laufende Lamellen resp. lamellirte Parteen schneiden, und dann, dass die an isolirten Feldspath-Spaltstücken etwa haften gebliebenen Parteen solches secundären Feldspathes sich eben leider nicht mit jenen gleich orientirt erweisen; dadurch ist ihre optische Bestimmung ungemein erschwert. Soweit die Auslöschungsschiefen lamellirter Schnitte angenähert symmetrisch waren, erwiesen sie sich auch gering. Nicht lamellirte Schnitte löschen bei ca. 15° Schiefe zur 1. Spaltbarkeit aus: demnach liegt hier wiederum *Albit* vor.

Der *Quarz* verdient seiner Masse nach unter den Gemengtheilen an zweiter Stelle genannt zu werden; je nach den verschiedenen Fundorten schwankt aber seine Menge sehr und stehen sehr quarzreichen Gesteins-Vorkommen, d. h. zu einem Drittel und mehr aus Quarz bestehenden, quarzarme gegenüber; doch wird er nirgends ganz vermisst. Nach den von mir untersuchten Vorkommen zu urtheilen sind die quarzärmeren meist zugleich reich an Bisilicaten und Glimmer, doch soll diese Beziehung nach *Brögger's* Angabe keine allgemeine Geltung haben, was im Hinblick auf das Hauptgestein vom Tonsen Aas bestätigt werden kann. Er bildet selten Krystalle (Drammen), gewöhnlich ist er in manchmal bis 5 mm grossen, meist aber kleineren Körnern, resp. Körneraggregaten zwischen die andern Gemengtheile zwischengeklemt; nicht selten jedoch findet man ihn in mehr oder weniger reichlicher Menge und dementsprechend vollkommener Weise pegmatitisch mit Feldspath verwachsen oder nur in ihm eingewachsen (Drammen, Gunildrud, Vettakollen). Auffälligerweise zeigt er öfters recht vollkommen geradlinige, rhomboëdrische Spaltbarkeitsspuren (Drammen, Gunildrud, Barnekjern 10). Die Menge der mikroskop. Einschlüsse ist die in ähnlichen Gesteinen gewöhnliche; von Interpositionen ganz freie, ersichtlich primäre Quarzkörner findet man nicht eben häufig. Auch die Art der Interpositionen sowie ihre Vertheilung und Anordnung findet viele bekannte Parallelen. Als z. Th. zuletzt erstarrter Gemengtheil enthält der Quarz zuweilen andere Gesteinsconstituenten, wenn auch meist nur in Fetzen oder Stücken eingeschlossen; für denselben etwa charakteristische Mikrolithen enthält er nirgends, und da, wo er überhaupt Mikrolithen führt, was nur an wenigen Fund-

orten der Fall zu sein scheint, sind solche nicht auf ihn beschränkt, sondern finden sich auch in andren Gesteinsgemengtheilen. Die verbreitetsten Einschlüsse, deren Menge aber in den verschiedenen Gesteinsvorkommen auch sehr schwankt, sind Poren, welche entweder nur von Gas (»Hohlräume«) oder auch zum grössern oder geringern Theil von Glas oder, was das gewöhnlichste ist, von Flüssigkeit mit erfüllt sind: die Form derselben ist meist abgerundet eiförmig, zum Theil und zwar besonders bei den grösseren, ganz gesetzlos, ausgezackt, schlauchförmig u. s. w. Die Libellen der Flüssigkeitseinschlüsse sind oft unverhältnissmässig gross, meist träge (wässrige Einschlüsse, welche nicht selten, bei Gunildrud (2), Tonsen Aas, ausser der Libelle noch ein farbloses, isotropes, anscheinend*) würfelförmiges Körperchen enthalten), häufig aber auch lebhaft beweglich; im letzteren Falle entsprechen auch immer die Lichtbrechungsverhältnisse den bei Kohlensäureeinschlüssen bekannten. Bei den seltneren farblosen Glaseinschlüssen mit unbeweglicher dunkler Libelle wurde in einem Falle (Drammen) erkannt, wie letztere randlich so sass, dass sie zur einen Hälfte in den Quarz, zur andern in das Glas hineinragte; in dem Gesteine No. 5 waren dagegen farblose Glaseinschlüsse mit grossen Libellen dadurch als solche gekennzeichnet, dass sie mit sammt den Libellen von einzelnen, nicht in den Wirth fortsetzenden Rissen durchsetzt waren. Erwähnenswerth erscheint auch eine allerdings vereinzelte Beobachtung: in Quarz (bei Gunildrud 2) fand sich ein farbloser Einschluss von abgerundet stumpfrhombischer Form bei 0,01 mm Kantenlänge, dem ein 0,02 mm langer und 0,001 mm breiter, ebenfalls farbloser Stengel und ein anderer desgl. kleinerer gewissermassen als Haftpunkte dienten; in dem rhombischen Einschlusse erkennt man ausser einer dunklen Libelle ein paar Hornblendefetzchen; während aber jene Stengel auf pol. Licht nicht reagiren, thut dies die rhombische Einschlussmasse recht schön. — Die Flüssigkeitseinschlüsse mit trägen Libellen sinken von 0,002 mm häufiger Grösse bis zu äusserster Kleinheit hinab. Ziemlich eben so oft, als man dieselben zu den bekannten Perlsechnuren gereiht findet, in welchem Falle die einzelnen Flüssigkeitseinschlüsse oft der Schnurrichtung entsprechend in die Länge gezogen sind, kann man sie ganz regellos oder aber ziemlich gleich-

*) Diese Verhältnisse genauer zu ermitteln, genügten die disponiblen Vergrösserungen nicht immer.

mässig verstreut beobachten, in einzelnen Gesteinsvorkommen (nahe dem Gipfel des Vettakollen) wird sogar erstere Anordnung ganz vermisst. Die gewöhnlich grösseren und regelloser gestalteten (Kohlensäure-) Flüssigkeitseinschlüsse mit lebhaft beweglichen Libellen sind vorerwähnten anscheinend gesetzlos beigemischt, während Glaseinschlüsse sich mit vielzackig geformten Gebilden, welche am Ehesten als Glasfetzen und Hohlräume zu deuten sind, zu stellenweis dichten Haufen sammeln.

Neben primärem Quarz findet man an einzelnen Orten, z. B. Tonsen Aas, auch ersichtlich secundären, welcher sich nicht bloss durch die Art seines Auftretens im Gesteine, sondern auch durch die absolute Freiheit von Flüssigkeits- und ähnlichen Einschlüssen von dem primären unterscheiden lässt.

Von *Hornblende* lassen sich zwei Varietäten innerhalb des Gesteins erkennen.

Die eine von ihnen ist allgemein verbreitet, d. h. sie oder ihre Verwitterungsproducte wurden in keinem einzigen der mikroskopisch untersuchten Vorkommen vermisst. Allerdings tritt sie wie auch alle andern untergeordneten Gemengtheile in den für das Gestein typischen Vorkommen nur in sehr bescheidener Menge auf, da sie aber nirgends fehlt, darf man sie wohl mit Recht zu den wesentlichen Gemengtheilen rechnen. Ihre Bildung sowie die der Bisilicate überhaupt scheint während der ganzen Gesteinserstarrung andauert zu haben, denn man findet sie sowohl unter den Einschlüssen in Quarz und Feldspath als auch unter den restlichen Lückenbüssern. Vollkommene Krystalle dürften von ihr nicht vorkommen, doch sind nicht selten wenigstens die seitlichen Flächen ($\infty P + \infty P' \infty$) gut entwickelt. Zwillinge scheinen nicht häufig vorzukommen. Die Spaltbarkeit nach der Säule ist immer deutlich ausgedrückt; dieselbe scheint einen Massstab für die Frische des Materials zu bieten, indem das auffallend frische Material die grössten Spaltfasern (mit 0,015—0,01 mm kürzester Diagonale des Querschnittes), das wahrscheinlich weniger frische weniger grobe (0,005 mm) und die in den Umwandlungsproducten noch erhaltenen Hornblendereste äusserst dünne Spaltfasern besitzen. Ganz entsprechend verhält es sich vielleicht mit der Intensität der Färbung. Wo die Hornblende ersichtlich am frischesten ist, bei Gunildrud, ist sie tief dunkelgrün, während sie in anderen Vorkommen verschiedene Stadien der Abblässung aufweist.

Das Verhalten gegen pol. Licht bietet manches Auffallende; an der erwähnten H. von Gunildrud lässt sich dies allerdings nicht durchweg constatiren, weil in Dünnschliffen von brauchbarer Dünne die Hornblende sammt den ihr gewöhnlich vergesellschafteten Mineralien meist, und natürlicher Weise insbesondere die Säulen-Querschnitte, ausbricht und so nur dürftige Reste zur Untersuchung kommen; bei diesem Vorkommen mag es also wohl auch nur den durch den Schleifprozess bedingten mechanischen Störungen zuzuschreiben sein, wenn manche Hornblendefragmente zw. + Nie, gar nicht zum Verlöschen kommen und sich in ihren Spaltfasern verschieden orientirt zeigen; bei einem andern Vorkommen aber (Barnekjern 10) kann man erkennen, wie dickere Hornblende-Krystalloide aus unter sich geneigten Bündeln von Spaltfasern aufgebaut sind, ähnlich einer Getreide-Garbe. An der H. v. Gunildrud (2) kann man nur erkennen, dass sie pleochroitisch ist von tiefblaugrün nach dunkelgraugrün und gelbgrün; an anderen Vorkommnissen wurden die folgenden Farben entsprechend den angegebenen Elasticitäts-Axen beobachtet:

	c.	b.	a.
in No. 6	blaugrün, z. th. unreines.	gelbgrün bis bräunlichgrün.	gelb, fahlgrünlichgelb bis fast farblos.
» » 8	licht saftgrün (bläulichgrün).	lichtgrün, nicht bläulich, aber auch nicht intensiv gelblich.	fast farblos mit lederfarbenem oder grünlichgelbem Tone.
» » 9	blaugrün.	(gelblich) mai-grün.	grünlichgelb.
» » 10	bläulich grün (nicht dunkel).	maigrün.	farblos mit gelbgrünlichem bis bräunlichgelbem Tone.
» » 12	bläulich grün.	gelbgrün.	fahlgelb.

Auffällig ist nun, dass diese Hornblende überall ungewöhnlich grosse Auslöschungsschiefen zw. + N. aufweist, nämlich bis zu 30°, und noch mehr das, dass diejenigen Längsschnitte, welche den geringsten Farbenunterschied zeigen, also die dem Orthopinakoid genäherten Schnitte, gerade die grösseren Auslöschungsschiefen

besitzen; die grösste Differenz der Lichtabsorption scheint durchweg nicht zwischen c und b, sondern zwischen b und a zu herrschen. — Ueber stellenweis beobachtbare, wahrscheinlich zersetzenden Contact-Einflüssen zuzuschreibende Ausbleichungs-Erscheinungen soll bei dem betr. Gesteins-Vorkommen berichtet werden.

Die Grössen der Hornblende-Krystalloide schwanken je nach den einzelnen Vorkommen von 2 mm Länge bis zu 0,1 mm. In verschiedenen vom Vettakollen herstammenden Stücken (besonders in No. 8, dagegen nicht in No. 10) wurden neben den nachweisbar der Hornblende zugehörigen Krystalloiden Mikrolithe gefunden, welche meist farblos, oft aber von grünlichem Farbentone und zuweilen sogar erkennbar pleochroitisch sind, bei 0,05 mm gewöhnlicher Länge 0,003 bis 0,015 mm Dicke besitzen; sechsseitiger Querschnitt wurde zuweilen beobachtet; zw. + N. löschen sie meist orientirt, einzelne aber bei schräger Lage aus, doch erscheinen sie überhaupt nur schwach doppelbrechend; nicht selten sind sie mehrmals quergebrosen, besonders die langspießigen unter ihnen; sie treten in allen Gemengtheilen als gesetzlos gelagerte Einschlüsse auf, besonders gern anscheinend im Feldspath, aber auch in Quarz, Augit und selbst in Hornblende; von einem Gemengtheil zum andern gehen sie selten durch, doch wurde ein über 0,3 mm langer und 0,015 mm dicker beobachtet, welcher durch zwei Feldspathe und ein Quarzkorn verlief; sie sind in manchen der betr. Vorkommen nicht eben spärlich, doch sehr ungleichmässig durch das Gestein vertheilt: stellenweise hat man ihrer 10 und mehr, regellos geordnet, im Gesichtsfelde, während sie auf grössere Strecken wieder ganz fehlen. Obwohl sie z. Th. die Spaltfasern der Hornblende desselben Gesteinsvorkommens an Dicke übertreffen, erscheint es doch geboten, sie auch der Hornblende zuzurechnen; ihnen in dem einen Gesteinsvorkommen (No. 8) vergesellschaftet und schwer von ihnen zu unterscheiden finden sich aber, allerdings in geringer Menge, noch dickere, kurze, immer farblose, welche öfters Augitformen zeigen und auch wohl dem Augite zugehören.

Wie schon angedeutet, findet sich die Hornblende oft von *Verwitterung* ergriffen; dieselbe hält die bekannten Wege ein und sind die, häufig noch Hornblende-Reste umschliessenden Producte, welche zuweilen (Drammen) die Hornblende fast ganz verdrängen und von ihren Bildungsheerden aus sich gewöhnlich in das übrige

Gestein verbreiten: *Chlorit*, *Epidot*, *Flussspath*, *Brauneisen* und *Quarz*; diese Umwandlungsproducte beweisen, dass diese, im Gestein herrschende Hornblende eine Magnesium- und Calcium-reiche ist. Die drei letztgenannten Mineralien finden sich nicht überall*) und sind der Masse nach überhaupt ganz untergeordnet. Das Haupt-Product ist grüner, verhältnissmässig intensiv pleochroitischer *Chlorit*; derselbe tritt vorzugsweise in grob-, fein- bis feinst-parallel-blättrigen Packeten auf und erinnert durch diese Form an Glimmer; als solcher ist er aus diesem Grunde sowohl als auch wegen seines verhältnissmässig sehr starken Pleochroismus und seiner überhaupt lebhaften Reaction auf pol. Licht auch bisher**) bezeichnet worden; doch erscheint die Zurechnung zu Chlorit richtiger in Anbetracht einmal des Umstandes, dass, wie aufmerksame Betrachtung in genügend dünnen Schliffen lehrt, die Spaltbarkeit hier an grob- wie fein-blättrigen Packeten nie die vollkommene, geradlinige ist wie bei Glimmer, indem die Spaltlinien intermittirend und wellig verlaufen, — und dann dessjenigen, dass sich gar nicht selten zwischen die Blätter der grob- und parallel-blättrigen Packete fein- und radial- oder wirrblättrige Aggregate, zuweilen mit der für Gesteins-Chlorite typischen Rosetten-Form, ganz desselben Materiales zwischengedrängt finden. Ferner erscheint die Licht-Absorption für Glimmer noch zu gering. Die parallel der Hauptaxe schwingenden Strahlen sind fahlgelb, die senkrecht dazu intensiv grün. — Der *Epidot* findet sich in meist trüben, ganz kleinen Körnchen, seltener in grösseren, klareren gelben, aber anscheinend immer gesetzlos geformten; er ist zum grössten Theil zwischen die Chloritblättchen zwischengelagert, seltener den Chloritpacketen äusserlich vergesellschaftet.

Neben dieser allgemein verbreiteten findet sich an manchen Orten noch eine andere Hornblende, welche in den betreffenden Vorkommen immer leicht von jener zu unterscheiden ist; denn während die allgemein verbreitete stets bläulichgrüne Farbentöne besitzt, in den betr. Vorkommen auch meist fein gefasert ist, zeigt diese Hornblende *bräunliche*, dabei gewöhnlich intensivere Färbung

*) Ueber Flussspath im Gestein von Drammen vergl. Nachr. v. d. Ges. d. W. z. Göttingen, 1880, S. 477; — auch im Gestein vom Tonsen Aas wurde ein einzelnes Flussspath-Körnchen, aber innerhalb braunen Glimmers, gefunden.

**) In der in voriger Anmerk. citirten Abh., sowie auch von Brögger a. a. O.

und ist etwas gröber gefasert (kleine Diagonale der Faser-Querschnitte 0,01—0,03 mm). Ihre Farben sind:

	c.	b.	a.
in No. 7	unreines, düsteres bräunliches grün.	grünl. braun bis braungrün.	grünliches leder- gelb.
» » 9	russisch grün, d. h. dunkles un- reines gelbgrün.	braungrün, aber der grüne Ton nicht so stark wie bei c.	grünlich gelb bis fahlgelb.
» » 12	unreines bräunl. grün.	grünl. braun.	fahlgelb bis hell- grünlich gelb.

Auch bei dieser Varietät liegt die grösste Differenz in der Licht-Absorption zwischen *a* und *b*, indem in den Richtungen *b* und *c* das Licht ziemlich gleich stark absorbiert wird; auch hier weisen die dem Orthopinakoid genäherten (weniger auffällig pleochroitischen) Schnitte Auslöschungsschiefen bis zu 30° zw. + N. auf. Ihre Formen sind anscheinend meist noch gesetzloser, indem zuweilen selbst die Längsseiten regellos ausgezackt sind, doch findet man auch lange wie kurze gedrungene glatte Säulen und Säulenquerschnitte von der Form $\infty P + \infty P'$ mit abgerundeten Ecken. Zwillinge sind selten. Meist sind die Krystalloide grösser (bis 1 mm lang bei 0,5 mm Breite) als diejenigen der neben ihr vorhandenen grünen Hornblende, ferner tritt sie neben dieser an manchen Stellen in grösserer Menge und Masse auf; zuweilen ist sie mit ihr gesetzmässig verwachsen, indem sie dieselbe mit samt ihren Verwitterungsproducten umkleidet (No. 7 und 9); an ihr selbst konnten keine Verwitterungserscheinungen nachgewiesen werden.

Der mineralogischen Verwandtschaft wegen sei hiernach der *Augit* angeführt, welcher allerdings eine nur beschränkte Verbreitung besitzt. Er findet sich da meist in regellosen, gewöhnlich sehr rissigen Körnern, aber auch in kurzen (0,1 mm langen, 0,05 mm breiten) wie langen, nicht selten grobgefaserten Säulen (0,75 mm l., 0,1—0,3 mm br.), deren Querschnitte zuweilen vier-, zuweilen aber achtseitige Form erkennen lassen. Zwillings-Bildung ist nicht selten, zuweilen auch wiederholte Zwillings-Bildung (Vierlinge, bei 0,05 mm Lamellen-Breite). Von den Spaltrichtungen

ist sehr oft nur diejenige nach einer der Prismenflächen deutlich erkennbar; da diese aber nirgends mit der Zwillingsgrenze zusammenfällt, neben ihr zuweilen in Querschnitten auch noch grobe Risse parallel dem Orthopinakoid auftreten, ferner in einem sehr schön begrenzten achtseitigen Querschnitte eines Zwillings die Spaltlinien nach beiden Prismenflächen in richtiger Lage zur orthopinakoidalen Zwillingsgrenze gefunden wurden, so ist die Deutung als Diallag, welchen *Brögger* aus betr. Gesteinsvorkommen erwähnt, ausgeschlossen. Die Durchschnitte erscheinen rauh, sind in dünnen Schliffen ziemlich farblos bis blassgrünlich, zuweilen aber bräunlich; letztere Färbung ist vielleicht eine secundäre; ausser einheitlich so gefärbten findet man auch nur gefleckte Durchschnitte; ein achtseitiger grünlicher Querschnitt z. B. mit feineren und häufigeren Spaltrissen parallel zu einer Seitenkante und wenigen, gröberen Rissen parallel der Orthodiagonale enthielt im Innern ganz gesetzlos begrenzte bräunliche Flecken; die grünliche Hauptmasse löschte nun zw. + Nic. zu genannter Diagonale orientirt aus, die bräunlichen Flecken aber nicht, sondern jenen Spaltrissen angenähert. — Die Augite sind zuweilen reich an interponirten Glimmerblättchen und Erzkörnchen, von welchen letzteren manche Säulen wie bestäubt sind; andere Körner wiederum, und zumal die in Feldspath eingewachsenen, besitzen sehr reine Substanz. Die Augit-Krystalloide sind gewöhnlich zu mehreren geschaart; auch findet man sie oft gesetzmässig mit Hornblende verwachsen und zwar mit beiden Varietäten derselben, zuweilen sogar mit beiden zugleich; mit der grünen Hornbl. z. B. wurde eine Verwachsung in der Art beobachtet (Vettakollen, 8), dass von einer 0,45 mm langen und 0,15 mm breiten Säule das obere Drittheil ein Hornblende-Zwilling (18° Auslöschungs-Schiefe), das Uebrige ein Augit-Zwilling (36 , resp. 10° Ausl.) war, beide Substanzen dabei an der Grenze gesetzlos in einander verzahnt waren.

Nicht allerwärts nachzuweisen, aber doch in dem normalen Gesteinsgemenge und auch sonst noch ziemlich verbreitet ist *brauner Magnesiaglimmer* von sehr kräftigem Pleochroismus. Seine Menge wie auch seine Grössenstufen schwanken in den einzelnen Gesteinsvorkommen sehr. Meist sind seine Blätter und Lappen ganz gesetzlos begrenzt und häufig von Apatit und Erzkörnern durchwachsen; mit Hornblende bildet er nicht selten innige Aggregate, kommt aber auch mit ihr gesetzmässig in der

Art verwachsen, resp. durcheinander gewachsen vor, dass die beiderseitigen Spaltrichtungen sich rechtwinklig kreuzen (Tonsen Aas, 6). Sehr gewöhnlich findet man ihn mit Chlorit von oben beschriebener Art in einer Weise verwachsen, die an einem genetischen Verband beider nicht zweifeln lässt; die hellgelben Farbtöne beider pleochroitischen Substanzen stimmen dabei in gleicher Lage völlig überein. Ein und dasselbe Verwitterungsproduct, der Chlorit, hat sich sonach aus zweierlei Substanz in demselben Gesteine herausbilden können.

Opakes Erz gehört auch zu den constanten, obwohl meist ganz untergeordneten Gemengtheilen; der Habitus seiner bis 0,2 mm grossen vereinzeltten Körner sowie der seiner bis 1 mm grossen Concretionen und feinkörnigen Wolken entspricht gewöhnlich dem des *Magneteisens*, seltener des *Titaneisens* (Barnekjern, 12); zuweilen wird es von seinen oxydischen Verwitterungsproducten begleitet, häufiger aber noch bemerkt man einen feinen, dünnen, trüben Rand, welcher an Leukoxen erinnert (z. B. Vettakollen, 8), ohne dass letzterer irgendwo typisch ausgebildet gefunden wird.

Sein allergewöhnlichster Begleiter, welcher es häufig auch durchspickt, ist *Apatit*, dessen Masse allerdings meist so gering ist, dass die Analyse keine wägbaren Mengen, eventuell nicht einmal Spuren von Phosphorsäure nachzuweisen vermag; ausser mit Erz findet sich dieser oft auch mit Hornblende und Glimmer vergesellschaftet. Seine Säulen sind meist scharf sechseitig, aber betreffs Länge und Dicke (0,003 bis 0,05 mm Dicke) walten grosse Verschiedenheiten; an einzelnen Säulen konnte man einen langen spindelförmigen Hohlraum an Stelle der Axe erkennen.

Den *Titanit* erklärt *Brögger* für einen »fast durchweg in kleinen Mengen verbreiteten Gemengtheil dieses Gesteins« und ist er nach *Brögger's* Nomenclatur sogar für dasselbe charakteristisch. Solch grosses Gewicht vermag ich auf seine Anwesenheit im Gesteine nicht zu legen und zwar desshalb, weil seine Menge überhaupt local sehr schwankt und er in mehreren Vorkommen gar nicht nachzuweisen war, z. B. auch nicht in demjenigen Gesteinsvorkommen (am Vettakollen), für welches die Bausch-Analyse die grösste Menge Titansäure (+ Zirkonerde!) ergab. — Die Formen, in welchen er auftritt, sind sehr manichfaltig; er findet sich sowohl in sehr schönen keilförmigen Krystallen wie auch in ganz gesetzblosen, manchmal wie zerhackten Massen. Nicht selten ist er mehr oder weniger getrübt, zuweilen rissig, oft aber auch noch klar

durchsichtig bei meist gelbem Farbentone, welcher hier ins Lederfarbene, dort in's Röthliche, selten in's Grünliche spielt oder bis zum Farblosen abblasst; seine Körner besitzen gewöhnlich 0,1 bis 1 mm Länge, selten sind sie grösser, bis 2,5 mm, oder kleiner.

Während *Brögger* dem Titanite eine Bedeutung zuertheilt, welche nach der Ansicht früherer Forscher der *Zirkon* für dieses Gestein hatte, ist er geneigt, letzteren ganz aus der Reihe der primären Gesteinsgemengtheile zu streichen, da er ihn auch mikroskopisch nicht sicher als solchen nachzuweisen vermochte. Von dem bekannten makroskopischen Vorkommen des Zirkon am Sognvand ist nach *Brögger's* Darstellung die secundäre Bildung wahrscheinlich; ein von mir ebendaher entnommenes Stück zeigte ein tiefbraunes Zirkon-Korn auch in einer kleinen Zelle, aber nicht in Kalkspath, doch ging leider dieses Material verloren, als es behufs Löthrohr-Reactionen abgesprengt wurde. Innerhalb des Gesteines aber und als *echten, primären Gesteinsgemengtheil* von mindestens nicht geringerer Verbreitung als Titanit erwies ihn das Mikroskop. Dabei blieb für alle Körner, welche nach Form-Verhältnissen, optischem Verhalten oder sonstiger Erscheinungsweise ebensowohl dem Titanit als dem Zirkon zugehören konnten, die Zutheilung suspendirt und muss, da auch die chemischen Reactionen hier im Stiche lassen, überhaupt im Ungewissen belassen werden. Trotz seiner weiten Verbreitung ist aber der Zirkon seiner Masse nach ein ganz verschwindender Bestandtheil, weil seine an sich ja nur vereinzelt auftretenden Kryställchen immer ganz geringe Dimensionen bewahren. Seine Körnchen sind fast immer an sich farblos durchsichtig, sehr gewöhnlich aber rissig und entsprechend diesen Rissen wie auch seinen Begrenzungen, wegen der intensiven Lichtbrechung, reliefartig schattirt und gebräunt. Der starken Lichtbrechung ist es wohl auch zuzuschreiben, dass ein, allerdings ganz kleiner, in opakes Erz gefasster quadratischer Schnitt zw. + Nic. stets einen centralen Lichtschimmer bewahrte und dass andere, z. th. auch rechteckige Körnerschnitte (Barnekjern, 12) schon bei Anwendung des Polarisators allein farbenschillernd hervortreten; sein prachvolles, irisirendes Farbenspiel zw. + N. in Verbindung mit der oft recht scharfen Formausbildung unterscheidet ihn deutlich vom Titanit. Die gewöhnlichen Dimensionen der Kryställchen ($P + \infty P$, seltener $\infty P + P$) und abgerundeten Körner sind 0,02 bis 0,075 mm Länge bei 0,01 bis 0,04 mm Breite; die Körnchen sind im Allgemeinen recht

gleichmässig durch das Gestein vertheilt, ersichtlich gern dabei dem Erze vergesellschaftet.

Was die Altersverhältnisse der primären neben den Feldspathen auftretenden Gemengtheile betrifft, so lässt sich bei ihnen eine Gliederung nach denselben nicht so wie bei jenen durchführen. Apatit und vielleicht auch Zirkon gehören allerdings ersichtlich wohl ausschliesslich zu den zuerst ausgeschiedenen Gemengtheilen, die Bildung der übrigen aber scheint während der ganzen Gesteins-erstarrung angedauert zu haben*).

Ueber die *chemischen Verhältnisse* dieses Gesteins sowie dessen spez. Gewicht berichtet Herr *Paul Jannasch* Folgendes*):

I. Gestein von Drammen.

1.2244 Gesteinspulver gaben 0.9312g SiO_2 ; 0.0052 CaO und 0.0100 $\text{Mg}_2 \text{P}_2 \text{O}_7 = 0.0036 \text{ MgO}$.

1.0644g (das Material für die Alkali-Bestimmung) lieferten 0.0161 Fe_2O_3 ; 0.1244 Al_2O_3 ; 0.0006 TiO_2 u. 0.0045g ZrO_2 .

Eisenoxydulbestimmung. — 0.6514 gaben = 0.00684g FeO [0.00760 Fe_2O_3] = 1.05 % FeO — Gemäss dieser Eisenoxydul-Bestimmung sind für das Gesammt-eisen [0.0161g] = 0.01248g in Abzug zu bringen, wonach die in dem Gestein vorhandene Menge an Eisenoxyd = 0.00362g beträgt, oder = 0.34 %; 0.01248g $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0.011232 \text{ FeO} = 1.05 \%$.

Glühverlustbestimmung. — 1.0386g Substanz verloren beim Glühen = 0.0056g = 0.53 %

Directe Wasserbestimmungen durch Glühen des feinen Pulvers mit Bleichromat. — 0.6122g gaben = 0.0089g $\text{H}_2\text{O} = 1.45 \%$ u. 0.6592g = 0.0084 $\text{H}_2\text{O} = 1.27 \%$, im Mittel demnach = 1.36 % H_2O .

*) Dies entspricht vielleicht nicht den in *H. Rosenbusch's* höchst werthvoller Erörterung des Wesens der »körnigen« und »porphyrischen« Structur (N. Jahrb. f. Min. 1882, II) enthaltenen und, wie ich wenigstens meine, nicht durchaus glücklich formulirten sondern leicht missverständlich aufzufassenden Lehrsätzen; doch ist hier nicht der Ort zu ihrer eingehenden Beleuchtung; hinweisen will ich nur noch darauf, dass vorliegendes Gestein von *Rosenbusch* zu denjenigen porphyrischen Gesteinen mit holokrystalliner Grundmasse gestellt werden könnte, in denen die Grundmassenconstituenten die Einsprenglinge an Grösse übertreffen (a. a. O. S. 53).

**) Von demselben Autor sind auch die Anmerkungen zu diesem Abschnitte; der bequemerem Vergleichung wegen habe ich mir erlaubt, die procentischen Zusammensetzungen der 3 analysirten Vorkommen neben einander zu stellen.

Alkalien. — 1.0644g Substanz lieferten = $0.2814 \text{ K}_2\text{PtCl}_6^1$) = 0.0858 KCl = 0.0542 K_2O u. 0.0926 Na_2SO_4 = 0.0404 Na_2O .

Besondere Prüfungen. — Cl, P_2O_5 , CO_2 u. Beryllium waren nicht vorhanden, dagegen Spuren von Schwefel, Mangan u. Lithium.

Auf Grund der früheren mikroskopischen Untersuchung des »Granits« von Drammen²⁾ hin wurden 1.0555g sorgfältigst auf Fluor³⁾ geprüft u. in der That Spuren davon mit Sicherheit nachgewiesen.

Spec. Gew. — 2.7614g gröbliches Gesteinspulver verdrängten bei 21° C. im Pyknometer = 1.0472g H_2O , was ein Spec. Gew. von 2.636 ergibt.

II. Gestein vom Tonsen Aas bei Christiania.

1.1202g angewandte Substanz gaben = 0.7174g SiO_2 ; 0.0070 TiO_2 ; 0.0367 Fe_2O_3 ; 0.2008 Al_2O_3 ; 0.0029 Mn_3O_4 = 0.0026 MnO ; 0.0113 CaO mit Spuren von SrO u. 0.0186 $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ = 0.0067 MgO .

Eisenoxydulbestimmung. — 0.5260g lieferten = 0.010944 FeO [0.01216 Fe_2O_3] = 2.08 % FeO . — Hiernach müssen von dem gefundenen Gesamt-eisen (0.0367 Fe_2O_3) = 0.025896 Oxyduleisen abgezogen werden, sodass also für Fe_2O_3 = 0.010804g = 0.96 % verbleiben; — 0.025896 Fe_2O_3 = 0.0233064 FeO = 2.08 %.

Glühverlust = 1.0723g verloren beim Glühen 0.0052g = 0.48 %.

Directe Wasser-Bestimmung durch Glühen des Gesteinspulvers mit Bleichromat. — 0.6164g angew. Substanz gaben = 0.0070g H_2O = 1.13 %; ferner 0.6426g Gestein = 0.0080 H_2O = 1.24 %; im Mittel also 1.18 % Wasser. —

Alkalien. — 1.0546g gaben = 0.3336 K_3PtCl_6 = 0.1017 KCl = 0.0642 K_2O = 6.08 %; — ferner = 0.1614 Na_2SO_4 = 0.0704 Na_2O = 6.67 %.

Ein negatives Resultat lieferten die Prüfungen auf Cl, CO_2 u. Beryllium; Spuren von P_2O_5 u. von Schwefel waren aber nachweisbar.

Spec. Gew. — 2.6180g gröbliches Pulver verloren im Pyknometer bei 21° = 0.9894 an Gewicht, woraus sich das Spec. Gew. 2.646 ergibt.

III. Gestein vom Vettakollen.

1.1738g Substanz gaben = 0.6992g SiO_2 ; 0.0144 TiO_2 ; 0.0052 eines durch Schmelzen mit Monokaliumsulfat nicht in Lösung zu bringenden Oxyds x⁴⁾;

¹⁾ Kaliumchloroplatinat : Kaliumchlorid : Kali = 244.43 : 74.57 : 47.11; — Na_2SO_4 : Na_2O = 71 : 31.

²⁾ Göttinger Gelehrte Anz. 1880 pg. 477.

³⁾ Neues Jahrb. für Min. etc. 1883 II. Bd. pg. 125.

⁴⁾ Da ich dieses Oxyd schon früher als Begleiter der Titansäure in einem amerikanischen Basalt u. neuerdings auch in einigen anderen Gesteinen angetroffen habe, so behalte ich mir demnächstige Angaben darüber vor. Zur Charakterisirung des Körpers theile ich hier nur mit, dass die im Platintiegel gewogene Substanz wiederholt mit einem Gemisch von reiner Flusssäure u. Salzsäure gelöst, zur Trockne verdampft u. mit der gewöhn-

0.0783 Fe_2O_3 ; 0.2066 Al_2O_3 ; 0.0005 $\text{Mn}_2\text{O}_4 = 0.0004 \text{ MnO}$; 0.0431 CaO und 0.0612 $\text{P}_2\text{O}_7\text{Mg}_2 = 0.0220 \text{ MgO}$. — I. *FeO-Bestimmung*. — 0.5908g gaben $= 0.019836 \text{ FeO}$ [$0.02204 \text{ Fe}_2\text{O}_3$] $= 3.35 \%$ FeO . — II. *FeO-Bestimmung*. — 0.5450 gaben $= 0.018468 \text{ FeO}$ [$0.02052 \text{ Fe}_2\text{O}_3$] $= 3.38 \%$.

Nach dem Ergebniss der II. FeO -Best. kommen auf 1.1738g für SiO_2 etc. angewandtes Analysenmaterial $= 0.044195 \text{ Oxydulseisen}$, mithin 0.078300 Fe_2O_3 minus 0.044195 $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0.034105\text{g}$ in dem Gestein vorhandenes Eisenoxyd $= 2.90 \%$; — 0.044195 $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0.0397755 \text{ FeO} = 3.38 \%$.

Glühverlust. — 1.0776g verloren beim Glühen $= 0.0074\text{g} = 0.68 \%$.

Directe Wasser-Bestimmung durch Glühen des feinen Silicatpulvers mit Bleichromat. — 0.6677g ang. Subst. gaben $= 0.0090\text{g H}_2\text{O} = 1.34 \%$; ferner 0.6640g $= 0.0094\text{g H}_2\text{O} = 1.41 \%$; im Mittel mithin $= 1.37 \%$ H_2O .

Alkalien. — 1.1316g lieferten $= 0.2588 \text{ K}_2\text{PtCl}_6 = 0.0789 \text{ KCl} = 0.0498 \text{ K}_2\text{O}$ u. $0.1268 \text{ Na}_2\text{SO}_4 = 0.0553 \text{ Na}_2\text{O} = 4.88 \%$.

Ausserdem wurden noch vorgefunden Spuren von Cl, S, P_2O_5 ; dagegen keine CO_2 u. kein Beryllium.

Spec. Gew. — 2.6802g grüblisches Pulver verdrängten im Pyknometer bei $16^\circ \text{C.} = 0.9784\text{g Wasser}$, welche Zahlen zu dem Spec. Gew. 2.729 führen.

Procentische Zusammensetzung.

	I.	II.	III.
SiO_2	76,05	64,04	59,56
TiO_2	0,05	0,62	1,22
ZrO_2	0,42		(x 0,44)
Al_2O_3	11,68	17,92	17,60
Fe_2O_3	0,34	0,96	2,90
FeO	1,05	2,08	3,38
MnO	Spur	0,23	0,03
MgO	0,29	0,59	1,87
CaO	0,42	1,00	3,67
SrO	—	Spur	Spur
Na_2O	3,79	6,67	4,88
K_2O	5,09	6,08	4,40
Li_2O	Spur	Spur	Spur
F	Spur	—	—
H_2O	1,36	1,18	1,37
	100,54	101,37	101,32
Spec. Gewicht	2,636	2,646	2,729

lichen Gasflamme geglüht wurde, ohne Verluste zu erleiden, die Gegenwart von Kieselsäure also ausgeschlossen erscheint. Das so erhaltene grauweisse, an Zirkonerde erinnernde Pulver löst sich in schmelzendem Monokaliumsulfat klar auf und bleibt dann beim Behandeln der Schmelze

Beachtung verlangen aber auch die älteren Analysen von diesem Gesteine, welche *Th. Kjerulf* ausgeführt und in seinem »Silurbecken« veröffentlicht hat, dieselben betreffen

IV. »rothen Syenit«, feinkörnig, vom Vettakollen;

V. »grauen Syenit« ebendaher;

VI. »rothes Syenit-Bruchstück«, eingeschlossen in einem Melaphyrgange am Barnekjern, unterhalb des Vettakollen; die Local-Beziehung macht für dieses Stück seine Herkunft vom Vettakollen-Syenit wahrscheinlich, was nicht gleicher Weise der Fall ist bei dem von *Kjerulf* ebenfalls analysirten »Syenit-Bruchstücke« aus einem Diabas-Gange bei Munkedam.

	IV.	V.	VI.
SiO ₂	62,520	56,785	63,785
Al ₂ O ₂	14,130	16,642	18,500
FeO	7,380	9,577	2,314
MgO	1,503	2,634	0,286
CaO	3,360	5,120	3,120
Na ₂ O	6,250	5,300	5,372
K ₂ O	3,050	2,547	3,744
Glühverlust	1,200	1,266	0,900
	99,393	99,871	98,021

Den *Mineralbestand* der analysirten und nachstehend einzeln beschriebenen Gesteine auf Grund des Analysen-Resultates *völlig zu berechnen*, empfiehlt sich nicht, da die Gesamt-Menge der Bisilicate, des Glimmers, Erzes u. s. w., deren chem. Bestand ja erst empirisch zu ermitteln wäre, was hier eben nicht angängig ist, in den Gesteinen vom Vettakollen wohl bis auf ein Fünftel oder gar Viertel der Gesteinsmasse steigt und auch in den andern Vorkommen immerhin so gross ist, dass sie Beachtung verdient.

mit viel kaltem Wasser in Form schneeweisser voluminöser Flocken ungelöst zurück. Die Bezeichnung x wurde gewählt, weil die Vermuthung nahe liegt, dass der fragliche Körper identisch sein könnte mit einer ganz kürzlich von A. Knop in den Angiten des Kaiserstuhlgebirges aufgefundenen Verbindung (Groth's Zeitschr. f. Kryst. etc. X, 73). Meine ersten Beobachtungen hierüber datiren bereits aus dem Sommer vorigen Jahres, es fehlte mir aber damals an Material zur weiteren Untersuchung der Verbindung, die vielleicht noch ein Gemenge seltener Erden darstellt.

Jannasch.

Es würde eine solche Verrechnung auch selbst dann Schwierigkeiten haben, wenn nicht supponirte, sondern empirisch ermittelte Formeln zu Grunde gelegt werden könnten, aus dem einfachen Grunde, weil es in Folge des Umstandes, dass zur chemischen Analyse 2 Portionen Gesteinspulver, die eine zur Alkalienbestimmung, die andre zu den übrigen Bestimmungen verwandt werden, — bei grobkörnigen Gesteinen wie diesen, reiner Glücksfall ist, wenn schliesslich die Mengen der Basen und Säuren zusammenstimmen. Allerdings wird dieser Fall um so häufiger eintreten, je grössere Quantitäten des Gesteins zur Analyse herangezogen werden, etwa nach *Richter's* Vorgang, welcher 20 Pfund Gneiss nahm: dies erlaubten uns die Verhältnisse aber nicht im erwünschten Maasse.

Dagegen dürften die Resultate einer Berechnung des gegenseitigen *Verhältnisses* der wichtigsten *Feldspathsubstanzen* nicht anfechtbar sein, desjenigen Verhältnisses, welches zu ermitteln sowohl aus theoretischen Rücksichten wie aus praktischen am Wichtigsten und Nöthigsten ist; aus letzteren desshalb, weil die überwiegende Mehrzahl der Mikroperthit-Körner eine optische Bestimmung nicht gestattet.

Die Sicherheit dieser Rechnungsergebnisse beruht einmal darauf, dass analytisch die Alkalienmengen an einer und derselben Gesteinsportion bestimmt werden, ihr gegenseitiges Mengenverhältniss also feststeht, andererseits darauf, dass nach mikroskopischem Befund keine andern *Alkalienverbindungen* in diesem Gesteine auftreten ausser *Kali-* und *Natronfeldspathsubstanz*.

Letztere Angabe könnte bezweifelt werden im Hinblick auf die Hornblende, zumal *Brögger* aus einem Gesteine am Vettakollen eine braune »arfvedsonitähnliche« Hornblende erwähnt; wie *Brögger* zu diesem Vergleiche kommt, giebt er nicht an und ist dies auch nicht ersichtlich*), da vom Arfvedsonit immer blaugrüne Farben in den Lehrbüchern angegeben sind. Die braune Hornblende kann aber, auch wenn sie wirklich eine Natron-H. wäre, die Resultate nicht wesentlich ändern, denn sie tritt vorzugsweise in Gesteinen auf, in denen das bedeutende Ueberwiegen der Plagioklasssubstanzen über Kalifeldspath schon aus anderen Gründen

*) Es ist mir wenigstens nicht bekannt, dass er den Natron-Reichthum derartiger Hornblende, auch nicht im »Augit-Syenit«, nachgewiesen habe.

nicht zweifelhaft ist; beiläufig bemerkt, findet sie sich in keinem der neuerdings analysirten Gesteine.

Die als constanter Gemengtheil erfundene blaugrüne Hornblende aber giebt durch ihre oben angeführten Verwitterungsproducte (Chlorit, Epidot u. a.) den Beweis in die Hand, dass sie keine Natron-Hornblende ist. Sollte sie aber, ebenso wie der braune Glimmer, doch Spuren von Alkalien enthalten, so ist das trotzdem ohne jede Bedeutung; einmal nämlich dürfen wir annehmen, dass dieser Natronverlust für die Feldspathssubstanz compensirt werde durch eine mit gleichem Rechte annehmbare Kalkaufnahme derselben, dann aber ist zu bedenken, dass in den Gesteinen vom Tonsen Aas und von Drammen die Gesamt-Masse aller Gemengtheile ausser Feldspath und Quarz noch nicht 10 Procent der Gesteinsmasse beträgt, ein accessor. Natrongehalt der Hornblende also noch kaum wägbaren Quantitäten entsprechen würde.

Auf eine Berechnung der Kalkfeldspathssubstanz für die einzelnen Gesteine muss aus angegebenen Gründen verzichtet werden.

Nach den bei den Gesteins-Einzelbeschreibungen in den Einzelheiten angeführten Berechnungen beträgt das Mengenverhältniss der Kali- und Natronfeldspathssubstanz in

I.	30,13 Kls.	und	32,06 Nts.	
II.	35,99 Kls.	»	56,43 Nts.	
III.	26,05 Kls.	»	41,28 Nts.	Arithmet. Mittel f. Gest. vom Vettakollen: 20,32 Kls. und 46,10 Nts.
IV.	18,04 Kls.	»	52,79 Nts.	
V.	15,09 Kls.	»	44,84 Nts.	
VI.	22,12 Kls.	»	45,51 Nts.	

Die nach Abzug dieser Zahlen von den Resultaten der Bauschanalysen bleibenden Reste zeigen zuweilen recht sonderbare Proportionen, wofür aber, wie erwähnt die Erklärung sehr nahe liegt.

Systematisches. Das Gestein besteht also wesentlich: 1. aus Feldspathen; 2. aus Quarz, welcher nicht bloss constanten Auftretens, sondern auch seiner Masse wegen zu den wesentlichen Gemengtheilen gehört; 3. werden zu den typischen Gemengtheilen Hornblende, brauner Glimmer und Erz, aber hauptsächlich nur aus ersterer Rücksicht zu rechnen sein.

Betreffs der Feldspathe weisen die chemischen Analysen nach, dass im Gesteine Natronfeldspathsubstanz vor Kalifeldspathsubstanz vorwalte und zwar, in Summa der Verhältnisse von I, II und dem arithmet. Mittel der Vettakollen-Gesteine, wie 134,5 zu 86,5 oder wie 27 : 17.

Dies motivirt die Fragen: *Entspricht diesem Mengen-Verhältnisse der Substanzen auch dasjenige von Kalifeldspath und Natron-(kalk-)feldspath im Gesteine? Darf letzteres als Orthoklas-Gestein, als Granit bezeichnet werden?* (Den Namen Syenit würden nach meinen Untersuchungen überhaupt keine, nach *Brögger's* Angabe über die Mengenverhältnisse des Quarzes nur ganz untergeordnete Partieen verdienen).

Erstere Frage direct mit Ja zu beantworten könnte die ungefähre Schätzung nach dem Augenmasse bei der mikroskop. Untersuchung verleiten, doch darf man streng genommen nur sagen, dass dieselbe einer affirmirenden Annahme nicht widerspreche.

Entscheiden aber kann die mikroskop. Untersuchung nicht darüber, weil wir ja nur die ganz zurücktretende Minderzahl der beobachtbaren Feldspathdurchschnitte direct optisch bestimmen können. Der *Analogieschluss* von diesen auf alle Feldspathe von ähnlicher Erscheinungsweise dürfte jetzt überhaupt wenig Anerkennung finden, da das Nebeneinandervorkommen einander ähnlicher, jedoch substantiell und optisch verschiedener Feldspathe auch in vielen anderen Gesteinen und z. Th. durch andre Untersuchungsmethoden nachgewiesen ist; aber hier besonders dürfte solche Schlussfolgerung auf grosse Schwierigkeiten stossen wegen der verschiedenen Perthite, welche, abgesehen vielleicht von den Albit-Mikroclin-Perthiten, in nicht orientirbaren Schnitten einander recht ähnliche Erscheinungsweisen besitzen können.

Eine Entscheidung dieser Frage ist auch nicht von der jetzt so in Aufnahme gekommenen und, wie ich wenigstens meine und wie das bei Neuheiten ja auch gewöhnlich ist, in ihrer Tragweite überschätzten Methode der Sonderung des Gesteinspulvers nach dem specifischen Gewichte zu erwarten. Diese Methode würde in diesem Falle sogar schwerlich durchweg reine Substanzen erzielen, denn bei der z. Th. überaus feinen und innigen perthitischen Verwachsung würden verhältnissmässig sehr viele heterogene Körnchen, selbst bei feinsten Pulverung, mit den Mittelgliedern in der specifischen Gewichtsreihe fallen. Und wenn sich die Thatsache, welche *J. Kloos* (N. Jahrb. 1884) ermittelt hat, als von allgemeinerer

Geltung erweisen sollte, nämlich dass sich Kalifeldspath häufig einmal in isomorpher *Mischung*, das andre Mal in gesetzmässiger, mechanischer *Verwachsung* mit den Natron- und Kalkfeldspathen in *denselben Gesteinen* findet, eine Thatsache, welche wahrscheinlich auch ihre Analogien im Verhalten von Natron- und Kalkfeldspathen unter sich hat, so muss diese Methode an Gewicht natürlich noch mehr verlieren, weil die Mischung ebenso wie die perthitische Verwachsung Körnchen vom spec. Gewicht der Mittiglieder liefert. Dabei ist ja aber diese Methode, wie *P. Mann* ebendasselbst betont, zur Zeit trotz aller Umständlichkeit und chemischen oder physikalischen Hilfs-Processen nur im Stande, Partikel gleichen spec. Gewichts aus einer grösseren Pulvermasse auszusondern, auf die der mehr oder weniger gewissenhafte Forscher mit geringerer oder grösserer Sicherheit betreffs der Homogenität vertraut, — aber eine *quantitative* mechanische Analyse von nur annähernder Sicherheit betreffs der Feldspathe sei nicht durch dieselbe zu erzielen.

Auch bietet sich meines Wissens kein anderer Weg zur sichern Bestimmung dieser Mengen und so werden wir wohl oder übel zugestehen müssen, dass wir obengestellte erste Frage in diesem Falle sowohl wie in allen andern nicht zu beantworten vermögen.

Damit resultirt aber die Nöthigung, die zweite Frage auf Grund des oben ermittelten Mengenverhältnisses der Substanzen zu beantworten; dies zu thun empfiehlt sich jedoch nicht allein in diesem Falle, sondern *überhaupt* in allen das *Mengenverhältniss der Feldspathe* berührenden Fragen der *Systematik*, resp. der *Nomenclatur*, und zwar thut es diess nicht allein wegen der soeben dargelegten Unmöglichkeit der Ermittlung der Feldspathmengen und auch nicht allein desshalb, weil aus der chemischen Analyse mit schwer anfechtbarer Sicherheit (für diejenigen Gesteine wenigstens, welche kein sonstiges Alkali-Silicat in bedeutender Menge enthalten; bei an Kalkfeldspathsubstanz reichen Gesteinen dürfte ein systematischer Zweifel schwerlich entstehen) das Mengenverhältniss der Kali- und Natronfeldspathsubstanzen leicht zu berechnen ist.

Meiner Ansicht nach legen nämlich für diesen Vorschlag noch zwei andere Verhältnisse bedeutende Gewichte ein.

Bekanntlich stellen wir an den Begriff eines Gesteins die Anforderung einer verhältnissmässigen Constanz des Bestandes. Nun wird bei dem jetzigen Stand unsrer Kenntnisse nicht ge-

leugnet werden, dass selbst in einem Gesteine von überall identem Mengenverhältnisse der Feldspathsubstanzen betreffs Mischung derselben und Mengung der resultirten Feldspathe die grösste Variabilität herrschen *kann* und in manchen Gesteinen in der That auch vorhanden zu sein scheint. Wenn sich nun auch, wie die Thatsachen lehren, selbst jenes Mengenverhältniss nicht als durchaus constant, nicht als für das ganze Gestein ident ergiebt, so ist doch selbstverständlich, dass es in *viel engeren Grenzen schwankt* als wie dasjenige der Feldspathe schwanken kann und z. th. es sicher auch thut.

Der andere zu berücksichtigende Umstand ist die Oekonomie der Natur und des Menschen; für diese Oekonomie und für das Laboratorium der Natur dürften die morphologisch-physikalischen Eigenschaften der wesentlicheren Gesteinsgemengtheile sicherlich von viel geringerer Wichtigkeit sein als die substantiellen und auch ein Blick auf die Oekonomie der Menschen lehrt die Verschiedenheit der Werthe von Kalium- und Natriumverbindungen für dieselbe. Desshalb sollte, meine ich, die Petrographie bei ihrem Tasten nach einem der Natur angemessnen Systeme diese Rücksicht wohl nehmen und dem Mengenverhältnisse der Feldspathsubstanzen in an solchen reichen Gesteinen grösseren Werth beilegen.

Dass bisher die meisten Petrographen dem gegenseitigen Verhältniss der Feldspathsubstanzen in der Nomenclatur und Systematik die im Vorstehenden geforderte Rechnung nicht getragen und trotz ihrer Hochhaltung des mineralogischen, also wesentlich auf die Materie (im Gegensatz zu den Gesteinsformen) begründeten Classificationsprincipes Gesteine, in denen erwiesener Maassen die Kalifeldspathsubstanz an Menge zurücktritt gegenüber den Natronkalkfeldspathsubstanzen, als Granite, Syenite, Porphyre u. s. w.; also als Kalifeldspathgesteine bezeichnen, — das ist der Grund, wesshalb ich mir erlaubt habe, diese Verhältnisse hier näher zu erörtern. Viele der betreffenden Petrographen schlagen allerdings damit dem von ihnen selbst geschätzten System wohl unbewusst in's Gesicht, bei manchen aber macht es den Eindruck, als ob sie von einmal liebgewonnenen Bezeichnungen sich nur *nicht* losreissen *wollten*; sie ziehen alle nur irgend beschaffbaren Möglichkeiten zur Erklärung herbei, ehe sie einräumen, dass solche Gesteine wie z. B. das betrachtete, den ihnen bisher gegebenen Namen systematisch nicht mit Recht führen; sie führen besonders gern die

isomorphen Beimengungen, zuweilen sogar die Möglichkeit einer niederen Silicirungsstufe des Natron*) in's Gefecht. Gesetzt den Fall, es wäre für eine Anzahl Kalifeldspathe eines Gesteins nachgewiesen, dass dieselben Plagioklassubstanz beigemischt enthielten, zugleich auch für Plagioklase desselben Gesteins, dass dieselben nicht umgekehrt auch Kalifeldspathsubstanz oder wenigstens nicht in solcher Masse enthielten, dass ein voller Ausgleich stattfände: so ist damit doch noch nicht der Beweis erbracht, dass diese Verhältnisse für sämtliche Feldspathe innerhalb des Gesteins gelten, weil, wie oben ausführlich erörtert, bei der innerhalb der Gesteine oft herrschenden Variabilität der Feldspathmischungen, Analogie-Schlüsse von der Minderzahl der direct untersuchten Feldspathe auf die Eigenschaften aller anderen unstatthaft erscheinen. Es müsste also der Forscher, welcher an dem Aufbau des Systems auf der Natur der Feldspathe, und nicht auf dem Mengen-Verhältniss ihrer Substanzen festhalten will, in jedem Fall auch noch den Beweis führen, dass erwähnte Variabilität nicht obwalte, ein Beweis, welchen mit einiger Wahrscheinlichkeit zu erbringen wohl nur bei solchen Gesteinen gelingen dürfte, bei denen systematische Zweifel von genannter Art überhaupt nicht vorliegen.

Auffallen wird aber trotzdem, dass dieselben Petrographen, welche systematisch die krystallographische Natur der Feldspathe, nicht ihre Substanzen so betonen und unter Umständen zu Ungunsten der Natron-Kalkfeldspathe bestimmen, andrerseits zu Gunsten der Kalifeldspathsubstanz den Mikroklin in der *Systematik* als Plagioklas nicht gelten zu lassen pflegen.

Noch sei bemerkt, dass der Besitz einer Contact-Zone von derselben Beschaffenheit, wie wir solche um Granit-Massive kennen, keineswegs zwingt, dergleichen Gesteine den Graniten zuzurechnen; es sind ganz entsprechende Zonen auch um andere Gesteine beobachtet worden, z. B. um den »Quarzglimmer-Diorit« von Noyang in Victoria.

Vorstehende Erörterung wird hoffentlich den Verdacht der Frivolität von mir abwenden, wenn ich obengestellte Frage dahin beantworte, dass ich die Bezeichnung vorliegenden Gesteines als Granit für *systematisch unstatthaft* erkläre.

*) Dies thut z. B. Herr Mügge ohne jeden thatsächlichen Anhalt in einem Referate im N. Jahrb. über das porphyrische Gestein von der Kirche Wang.

Für Gesteine dieser Art habe ich schon vor Jahren den Typus *Praedacit* aufgestellt und zu begründen versucht*). Dieser Typus hat allerdings bis jetzt keinen Anklang gefunden, trotzdem halte ich ihn aber auch jetzt noch für systematisch nöthig und desshalb für berechtigt und da auch das betrachtete norwegische Gestein, welches bei seiner ungeheuern Erstreckung demselben im Wesentlichen entspricht, seine Wichtigkeit bezeugen dürfte, glaube ich der Erwägung der Fachgenossen seine Anerkennung wiederholt empfehlen zu müssen. Aus der a. a. O. gegebenen ausführlicheren Begründung will ich hier nur kurz anführen, dass ich diese Berechtigung zunächst nur aus dem Princip des geltenden petrographischen Systems ableite; in logischer Consequenz desselben muss für die vom Granit durch das Vorwalten der Natronkalkfeldspath-substanzen, vom Diorit, resp. Diabas durch den Quarzgehalt in Bestande abweichenden Gesteine ein eigener Typus aufgestellt werden; da der Mineralbestand seine Bedeutung als Classifications-princip selbst dann, wenn in der Systematik Lagerungsform, Alter und Structur**) im Uebrigen zu durchgreifenderer Geltung gelangen

*) Ersteres in meinem »Grundriss der Gesteinskunde«, Leipzig (Hässel) 1877, letzteres in »Erratische Gesteine etc.« Göttingen (Peppmüller) 1879.

**) K. A. Lossen kämpft neuerdings (Jahrb. d. Preuss. geol. Landesanst. 1883) mit grossem Eifer wiederum gegen die in weiteren Kreisen geltenden petrographischen Systeme; dass denselben grosse Mängel anhaften, wird jeder sie gebrauchende Petrograph zugeben und hat Verf. dies auch in seinem »Grundriss der Gesteinskunde« (Leipzig, 1877) von vorn herein zugestanden. Ein wahres »natürliches System« wird die Gesteinskunde erst dann haben können, wenn die Bildungsverhältnisse aller Gesteine zweifellos festgestellt sind; ob dann der Systematik noch der Werth beigelegt wird, welchen sie in den Augen Lossen's ersichtlich besitzt, erscheint mir dagegen fraglich. — Lossen will die Systematik in erster Linie auf die *Structur* der Gesteine gegründet wissen; welche bedeutende Uebelstände aber solches, nur mit *einiger Consequenz* durchgeführte System zeigen würde, dürfte die Ausführung des Planes bald lehren. Prüft man s. B. *streng* die *Structur*, d. h. das durch Ausbildungsweise, Form, Grösse, Lage und Verwachsungsart der Gesteinsgemengtheile bedingte Gefüge der Schichtkörper bildenden Gesteine, so erkennt man, dass ein sehr bedeutender Theil aller Schichtkörper, insbesondere die von einfachem Mineralbestande und zugleich körniger Form der Gemengtheile, in sich selbst massige (richtungslose) *Structur* besitzen (das bekannte Werk *Rosenbusch's* behandelt bei Weitem nicht alle »massigen« Gesteine!) eine Thatsache, welcher auch häufig unwillkürlich in Namen wie Kalksteinbank, Gips- oder Salz-Stock etc. Ausdruck gegeben wird. Ebendesshalb, weil zumal bei den einfachen Gesteinen (von gleichem

sollten, für die Eintheilung der Eruptivgesteine wohl immer behalten wird, dürfte einem solchen Typus auch mehr als ephemere Existenz in Aussicht zu stellen sein. Will man gegen diesen Typus einwenden, dass die Menge des Quarzes meist zu gering sei (Roth, Geologie, II. 138), oder dass der wesentliche Gesteinsbestand zu grosse Schwankungen zeige, resp. dass derartige Gesteine nur als untergeordnete Bestandmassen (Spaltungsproducte) anderer, anerkannten Typen zugehöriger Gesteinsmassen auftreten, so hoffe ich von einer genaueren, unparteiischen Abwägung der bezüglichen Verhältnisse, dass auch ohne Berücksichtigung des Christiania-Praedacites dem Typus seine Berechtigung zuerkannt werde. Was den ersten Einwurf betrifft, so lässt sich jetzt, wo schon eine ziemliche Anzahl hierher sowie zu dem porphyrischen Gliede dieser Reihe, dem Porphyrit gehöriger Gesteine chemisch und mikroskopisch untersucht sind, nicht erkennen, mit welchem Rechte man die Gegenwart primären Quarzes in solcher Menge, dass er als wesentlicher Gemengtheil angesehen werden muss, noch bestreiten kann. Des Schwankens im Gesteinsbestande aber sind viele anerkannten Typen zugewiesenen Gesteine nicht minder verdächtig als wie die Prädacite. Was endlich den dritten Punkt anbetrifft, so gebe ich zu, dass mancher Praedacit, z. B. der von der Hohne im Harze, nur eine untergeordnete Bestandmasse darstelle; aber derselbe Vorwurf kann auch gegen manches andere Gestein gerichtet werden; ich hege sogar die Erwartung, dass von denjenigen Gangmassen, welche nachweisbar oder wahrscheinlicher

Mineralbestande) die Structuren oft sehr manichfaltige sind und keineswegs immer den allmählichen Aufbau der Schichtkörper illustriren, habe ich, um im Uebrigen das structurelle Classificationsprincip möglichst consequent durchführen zu können, an der Hauptklasse der einfachen Gesteine festgehalten. Die Consequenz des *Lossen'schen* Vorschlags würde verlangen, dass man solche in sich massig struirte Schichtkörper wie z. B. viele Kalksteinbänke (unter welchen sich ja auch solche finden, welche nach den Schichtflächen zu compacten und feinkörniger sind als im Innern), Salzlager u. s. w. in dieselbe Klasse bringe mit deutliche Contact-Erscheinungen nicht besitzenden, bisher ihrer Mineral-Combination zu Folge den entsprechenden, ersichtlich eruptiven Gesteinen zugerechneten Vorkommen (aber eben nur diese!), Lagergängen, Decken etc., wie z. B. manchen Diabaslagern und dem von *Lossen* selbst beschriebnem Kersantit-Lager bei Elbingerode. — Solche Zusammenstellung dürfte wohl auch diesem verdienten Petrographen nicht gefallen und würde *Lossen* da wohl auch das vielgeschmähte mineralogische Classificationsprinzip gleich bei der ersten Zutheilung zu Hilfe ziehen.

Weise Ausläufer der Christiania-Praedacitmassen darstellen, einzelne, wie z. B. No. 7, durch chemische Analyse, welche ich leider von ihnen nicht bieten kann, als Kalifeldspath-Gesteine ermittelt werden.

Diese und alle sonstigen Bedenken gegen den *Praedacit-Typus* dürften aber wohl schwinden in Anbetracht der Verhältnisse des diese Erörterung veranlassenden Gesteines, betreffs dessen ich wohl im Auge zu behalten bitte, dass die davon vorhandenen 6 verschiedenen Analysen, bei bedeutenden Differenzen in andren Beziehungen, doch *alle in dem Ergebniss übereinstimmen, dass die Natron- vor der Kalifeldspathsubstanz vorwiegt.*

Wenn ich bei Begründung des *Praedacit-Typus* die Hoffnung ausgesprochen habe, der Prädacit möge sich als ein selbstständiger Typus auch dadurch erweisen, dass er sich wie sein Vertreter unter den jüngeren Eruptiv-Gesteinen, der Dacit, als *Erzbringer* bewähre (wobei der genetische Zusammenhang zwischen Eruptivgestein und Erzen hier ausser Frage bleiben soll), so erfüllt der Christiania-Prädacit diese Hoffnung allerdings nicht in gewünschter Weise. *Erzbringer* ist er allerdings, wie dies auch *Kjerulf* betont, welcher eine grosse Reihe von an ihn gebundenen, z. th. bereits von *Keilhau* in Betracht gezogenen Erzvorkommen, in seiner Udsigt etc. S. 62 bis 65 aufzählt, aber diese Erze sind leider keine edlen. Sollte dieser geringe Adel etwa darin seinen Grund haben, dass dieser Prädacit noch dem Granit zu nahe steht?

Entsprechend dem Resultate dieser Erörterung bezeichne ich das Gestein fernerhin als *Praedacit*.

Bevor ich die Relationen zwischen Lagerungsform und Mineral-Gruppierung, chemischen Bestand und Structurverhältnissen im Allgemeinen darzustellen versuche, halte ich es für angemessen, einen Bericht über den mikroskopischen Befund der untersuchten Vorkommen zu geben; mit diesem Berichte, welcher aber alle unnöthigen Wiederholungen vermeidet, biete ich zugleich die Belege für die in genannten Richtungen aufgestellten Behauptungen; denn, da es ja wohl möglich ist, dass mancher auf Grund meiner Untersuchungen gezogene Schluss bei ausgedehnteren Studien modificirt werden muss, welche Möglichkeit bei einem Gesteine von verhältnissmässig so ungeheurer Erstreckung, wie das vorliegende, in die Augen springt, erscheint mir die Unterdrückung des Unter-

suchungs-Details und die blosse Aufstellung der auf demselben fussenden Behauptungen unredlich.

1. Gestein von *Drammen*; die untersuchten Stücke sind an der Landstrasse geschlagen, welche von Drammen südwestlich nach Jarlsberg führt, in der Nähe des Kniees, welches diese Landstrasse innerhalb des »Granites« beschreibt, etwa 20 und mehr Schritt unterhalb seiner Grenze gegen die hangenden Silurschichten. Das Gestein erscheint makroskopisch porphyränlich, indem bis 5 mm grosse, graue fettglänzende Quarze in einer im Allgemeinen röthlichen körnigen Feldspathmasse liegen; der letzteren Färbung schwankt dabei in verschiedenen, gelben oder grauen (auf Spaltflächen) Tönen bis zum schmutzig Weissen; hin und wieder glänzt auch eine grosse, sogar bis 8 mm Ausdehnung erreichende Feldspath-Spaltfläche; die dunkelfarbigem Gemengtheile erscheinen nur spärlich in 1—2 mm grossen Flecken. — Die mikroskop. Structur zeichnet sich, wie schon erwähnt, durch die ungemein verbreitete pegmatitische Verwachsung von Quarz und Feldspath aus, die hin und wieder sogar granophyrischen Charakter annimmt. Der Masse nach walten die Feldspathe 2. Generation vor: unter ihnen, welche auch die grossen Schnittflächen liefern, während die Albite 1. Generation nur Durchmesser von gewöhnlich 1 mm aufweisen, scheinen die Perthit-Verknüpfungen: Albit mit Mikroklin vor denen von Orthoklas mit Albit vorzuwalten; andersgeartete Perthite sind nicht beobachtet worden. Dieselben sind fast immer schon mehr oder weniger durch das bekannte staubige Umwandlungsproduct getrübt. Die Albite 1. Gener. scheinen sehr ungleichmässig durch das Gestein vertheilt zu sein, sie finden sich gern zu mehreren vergesellschaftet, sind zuweilen schon ganz umgewandelt in ein von Roth- oder Brauneisen innig tingirtes wirrblättriges Aggregat feinsten Glimmer-Schüppchen, zwischen welchen mehr oder weniger Feldspathsubstanz noch erkennbar ist. Selbst dort, wo sie verhältnissmässig zahlreicher auftreten, ist ihre Masse gegenüber derjenigen der 2. Gener. doch ganz untergeordnet. — Von *Hornblende* wurde nur ein einziger blassgrüner, innerhalb ihrer Verwitterungsproducte lagernder Rest beobachtet; diese finden sich hier vollzählich und fällt von ihnen besonders der Flussspath durch sein ungewöhnlich reichliches Erscheinen auf; in dem Handstücke, woraus er zunächst beschrieben wurde (Götting. gel. Nachr. 1880, 477), ist er zwar noch reichlicher, als in dem zur Analyse ver-

wandten; trotzdem ist seine Masse auch in diesem noch auffällig, obwohl die chem. Bauschanalyse diesem Verhältnisse kaum Ausdruck giebt. Der *Chlorit*, welcher hier als Haupt-Stellvertreter der Hornblende functionirt, thut dies z. Th. auch für den braunen Glimmer, mit dessen seltenen und spärlichen Blättern oder Fetzen er sich verwachsen findet. *Magneteisen*, sowie spärliches *Roth-* und *Brauneisen* bieten nichts Auffallendes. *Apatit* zeigt 6-seitige Querschnitte von 0,001 bis 0,02 mm Kantenlänge. *Titanit* besitzt gewöhnlich einen röthlich fleischfarbenen oder gelblichen Ton, ist nicht selten sehr rissig und trübe und zeigt bis 1,2 mm steigende Dimensionen; *Zirkon*, in meist farblosen Kryställchen und Körnchen von nur 0,01 bis 0,04 mm grösstem Durchmesser, ist durch das Gestein verstreut. — Auf Grund der Bausch-Analyse*) berechnet, beträgt die Menge der vorhandenen Kali- und Natronfeldspaths Substanz:

Kls.: 30,136 %, nämlich 5,09 K₂O, 5,554 Al₂O₃, 19,492 SiO₂

Nts.: 32,063 „ „ 3,79 Na₂O, 6,271 „ 22,002 „

Der bleibende Rest von 34,56 SiO₂, — 0,14 Al₂O₃, 0,35 Fe₂O₃, 1,05 FeO, 0,42 CaO, 0,29 MgO gestattet weiter keine Verrèchnung, zeigt aber, die mikroskopische Schätzung bestätigend, dass Quarz sehr reichlich (1 Drittel des Gesteins) zugegen, die Masse der Bisilicate und des Erzes dagegen eine ganz untergeordnete ist.

2. G. von *Gunildrud* am Ekern-See, ungefähr 50 Schritt von der Gesteinsgrenze geschlagen, ist ziemlich isomer grobkörnig, indem die bei Weitem vorherrschenden gelblichgrauen Feldspath-Säulen und Körner meist 5—6 mm, selten bis 10 mm, die Quarzkörner meist bis 4 mm Grösse erreichen; die dunklen Gemengtheile treten an Menge noch mehr zurück als in No. 1. — Feldspathe erster (sowie dritter) Generation lassen sich hier nicht von den herrschenden unterscheiden; diese tragen alle den Charakter 2. Generation zur Schau, sind meist schon mehr oder weniger getrübt, so dass die auf Spalttrissen angesiedelten secundären Feldspathe (4. Gener.) schon durch ihre wasserklare Substanz auffallen. Von den verschiedenen Perthit-Arten konnten nur solche von Orthoklas mit Albit und von Albit mit Mikroklin nachgewiesen werden; letztere erscheinen hier am reichlichsten entwickelt, wie man denn

*) Das Material für die *Jannasch'schen* Bauschanalysen ist durchweg denselben Handstücken entnommen, deren mikroskopischer Befund geschildert ist.

auch hier mehr als an anderen Orten feinste und z. Th. gekreuzt lamellirte Schnitte der Zone senkrecht auf M trifft; solche Schnitte sind dann manchmal noch rechtwinklig mit einander verwachsen, so dass sich die entsprechenden Spaltrichtungen gerade kreuzen. In den oft noch recht klaren Albit-Partieen erkennt man zuweilen reichliche primäre Interpositionen, welche jedoch fast immer zu klein sind, um ihre Natur zu bestimmen; die meisten derselben erscheinen farblos, dunkel umrandet und der lamellaren Form des Wirthes entsprechend etwas in die Länge gezogen. Pegmatitische Durchwachsung des Feldspathes durch Quarz, dessen Masse auch hier eine recht beträchtliche ist, wurde vermisst. Das Mengenverhältniss von Hornblende, Glimmer, Erz, Titanit etc. lässt sich mikroskopisch nicht bestimmen, da in den Präparaten von gehöriger Dünne diese meist ausgebrochen sind und sich nur noch dürftige Reste von ihnen finden, durch welche eben nur ihre Gegenwart nachgewiesen wird, dürfte aber im Allgemeinen derjenigen in No. 1 entsprechen, d. h. sehr gering sein. Der *braune Glimmer* tritt hier in ganz abweichender Weise auf, nämlich anscheinend nur als Einschluss in Feldspath, seltener in Quarz; seine meist etwas zerfaserten Blätter von 0,02—0,2 mm Länge bilden da wirre, gewöhnlich lockere, seltener dichte Haufwerke, welche, da manche Blätter den Spaltrichtungen des Wirthes entsprechend, die Mehrzahl aber ganz regellos eingelagert sind, die absonderlichsten Formen aufweisen. Dabei pflegt der Glimmer durch Eisenhydroxyd tingirt zu sein, was seine Verhältnisse sehr verschleiert.

3. Ebendaher; um die eingeschlossenen, scheinbar schwimmenden Schollen silurischer Schichtgesteine finden sich meist helle, breite Höfe, welche gegenüber dem Gesteinsgemenge der Hauptmasse gewöhnlich scharf abgesetzt sind, zuweilen aber sich auch wolkig in letztere auflösen und beim ersten Anblicke durch ihren Feldspathreichthum auffallen. Ein solchem Hofe entnommenes Stück von gelblichgrauer Farbe mit schwarzem Beschlage auf allen Spalten, durchaus kompakt, aber rissig und zerklüftet, erwies sich vorzugsweise aus groben, bis 5 mm grossen Feldspathkörnern aufgebaut, welche von Quarz meist pegmatitisch durchwachsen sind, so dass die Feldspathschnitte wie durchschossen aussehen; regellos vertheilt tritt zwischen dem grobkörnigen Gemenge feinkörniges auf, welches wesentlich aus sehr zahlreichen, 0,2—0,4 mm grossen Quarzkörnern und 0,25—0,5 mm grossen Feldspathen besteht und

auf das Hornblende, Glimmer, Titanit etc. vorzugsweise beschränkt sind. Als Feldspath herrscht hier ausschliesslich ein perthitischer (also 2. Generation), und zwar zeigen sich, abgesehen von den fein lamellirten Schnitten aus der Zone senkrecht auf M, an denen solche Structur natürlich nicht nachzuweisen ist, die Schnitte meist gebändert, zuweilen von maschiger, aber nie von »flaseriger« Structur; diese Verhältnisse fallen auch schon bei der Beobachtung im zerstreuten Lichte auf, weil gegenüber der immer etwas getrübten einen Perthitischen Substanz (Mikroclin) die andere (Albit) fast wasserklar erscheint. Dieser Erscheinungsweise zu Folge kommen hier nur Perthite von Albit und Mikroclin vor, welche auch nur nachgewiesen werden konnten; solcher Nachweis gelingt jedoch sehr selten, weil die Feldspathe nie gesetzmässige Begrenzungen und nur sehr selten Spaltrisse erkennen lassen; meist ist eben nur eine unvollkommene Orientirung nach der nie ganz geradlinigen Bänder-Richtung möglich und löschen die klaren Bänder gewöhnlich in oder nahe dieser Lage zw. + N. aus, während die trüben eine um meist 10° davon abweichende Auslöschungslage haben; beiderlei Bänder sind dabei nicht lamellirt. Der hier verhältnissmässig häufigen Perthit-Zwillinge ist schon oben Erwähnung gethan. Die feinlamellirten Durchschnitte zeigen undeutliche und verschwommene Verhältnisse, theils wegen der überaus feinen, aber etwas ungleichmässigen Lamellirung, theils aber wegen reichlicher Einlagerung des feinstaubigen Verwitterungsproductes. — Der *Quarz* tritt im grobkörnigen Gemenge ausser in pegmatitischer Verwachsung auch selbstständig auf und ist im Ganzen sehr reichlich zugegen; während viele Körner auffallend reich sind an mikroskop. »Poren« mit Füllungen von anscheinend jeder Art, daneben auch fein zerfaserte Hornblendefetzen, Zirkonkörnchen u. s. w. enthalten, sind andere, und zumal die im Feldspath eingewachsenen, frei oder ziemlich frei von solchen oder führen nur äusserst kleine Flüssigkeitseinschlüsse. Ganz untergeordnet finden sich: *Hornblende*, von derselben Erscheinungsweise wie in 2, nicht selten etwas »ausgebleicht« (s. folgende No.), daneben etwas brauner *Glimmer*, welcher gewöhnlich von *Brauneisen* dicht überdeckt ist; letzteres ist durch das Gestein sehr verbreitet; *Titanit* ist verhältnissmässig reichlich vertreten, stellenweise gehäuft, in Körnern, welche bis 0,5 mm Grösse erreichen. *Magnetit* findet sich letztgenannten Mineralien vergesellschaftet; äusserst spärlich eingemengt sind *Zirkon* und *Apatit*.

4. Ebendaher; die bei vorigem Stück erwähnten Schollen silurischer Schichtgesteine werden gewöhnlich von mehr oder weniger zahlreichen und mächtigen Trümmern des »Granits« durchzogen; diese Trümer erinnern makroskopisch auffallend an die bekannten Granit-Trümer im Grauwacken-Hornfelse der Rehberger Klippen im Harz. Das näher untersuchte Trum ist noch keine 3 mm mächtig, feinkörnig, gelblich mit einer feinen dunkleren, intermittirenden centralen Naht. U. d. M. macht das Gemenge zunächst einen sehr feinkörnigen Eindruck, auch fällt es sofort in die Augen, dass Quarz an Masse hier vor dem Feldspathe vorwaltet. Bei aufmerksamerer Betrachtung erkennt man, dass der feinkörnige Habitus in der Hauptsache nur scheinbar ist und von der nach den Trum-Rändern immer inniger werdenden Durchwachsung der Feldspathe durch Quarz herrührt. Nur im centralen Theile des Trums findet man bis 1 mm grosse, ziemlich homogene Körner, sei es von Quarz (daher die makroskopisch beobachtete intermittirende, dunklere Naht!), sei es von Feldspath. — Prüft man im pol. Lichte, wie weit sich die einzelnen durch die pegmatitische Verwachsung zerrissenen Individuen von Quarz und Feldspath ausdehnen, so stellt sich heraus, dass eigentlich kleine Körner von 0,1—0,2 mm Grösse (der im angrenzenden Schichtgesteine herrschenden Grössenstufe ungefähr entsprechend) wohl an der Grenze vorkommen, aber doch verhältnissmässig selten sind, während im Allgemeinen die Korngrösse hier nicht viel weniger als 1 mm durchschnittlich beträgt; der am Rande viel feinerkörnige Habitus wird eben z. Th. nur durch die daselbst dichtere pegmatitische Verwachsung bedingt. — Die *Feldspathe* sind, ebenso wie die Quarzkörner, durchweg gesetzlos begrenzt und auch, wo sie sich gegenseitig berühren, nicht bloss dem Quarz gegenüber, regellos ein- und ausgebuchtet. Die ganz überwiegende Mehrzahl derselben besitzt feinlamellare Viellings-Structur, stellenweise mit in den einzelnen Partien gekreuzten Lamellensystemen; die beobachteten symmetr. Auslöschungsschiefen sind durchweg sehr gering. Neben den lamellirten Schnitten finden sich auch einheitlich auslöschende, aber ohne nachweisbare Perthit-Structur, unter denen möglicher Weise Orthoklas vertreten, aber nicht zu constatiren ist. Die Natur der Plagioklase ist nicht näher zu bestimmen, einmal wegen der überaus reichlichen Durchwachsung durch Quarz, dann wegen Mangel deutlicher Blätterdurchgänge und endlich wegen reichlich eingestreuter Verwitterungsproducte: meist trüben hell-

grauen Staubes, weniger und nur äusserst kleiner Glimmerblättchen. Aller Wahrscheinlichkeit nach gehören aber alle diese Plagioklase den Feldspathen 1. Generation und zwar, der geringen Lichtbrechung wegen, vermuthlich dem Albit an. — Die *Quarzkörner* sind oft verhältnissmässig reich an mikroskop. Interpositionen: sehr verbreitet sind da kleine, meist nur 0,0025—0,005 mm grosse, trübe bis röthliche, oft rundliche Körnchen, welche in ihrem Aussehen dem auch hier und zwar in bis 0,5 mm grossen Individuen auftretenden, der Hornblende vergesellschafteten *Titanit* gleichen; auch finden sie sich in deren Nähe oft in grösseren Schaaren; da jedoch sehr viele von ihnen quadratische Durchschnitte oder octaëdrischen Habitus besitzen, da sich ferner mit resp. unter ihnen auch gelbliche bis wasserklare Octaëder sowie pyramidal abschliessende breite Säulchen finden, ist ihre Zugehörigkeit zu *Zirkon* auch möglich, welchem mindestens die letztbeschriebenen angehören. Neben diesen recht häufigen Kryställchen finden sich spärlich dunkle Mikrolithen (von Hornblende?), Eisenoxydblätter, sehr zahlreich aber gewöhnlich zu Schnuren geordnete »Poren« von jedoch meist unbestimmbarer Natur, da sie nur sehr selten Libellen erkennen lassen. — Auffallend ist die Erscheinungsweise der *Hornblende*; dass sie hier meist nur gesetzlos begrenzte Fetzen und Stengel bildet, ist nichts so aussergewöhnliches, aber ihre Färbung verdient eine besondere Beschreibung: diese dürfte nicht anschaulicher zu machen sein als durch den Vergleich mit ausgewaschenen Stücken eines schlecht gefärbten Zeuges, welche dann von allen, die producirt Mischfarbe zusammensetzenden Grundfarben Schiller und Reste, besonders häufig regellos vertheilte *verschwommene Flecken* aufweisen; der Farbenton dieser ausgewaschenen grünen Fetzen ist trotz ihrer Ausblassung oft ein unreiner düsterer; die wenigen im Trum-Innern befindlichen Hornblendefetzen sind weniger ausgeblasst als die in der Randzone befindlichen, jedoch besitzen auch sie keinen deutlichen oder wenigstens keinen vollkommnen (s. u.) Pleochroismus mehr, wohl aber noch kräftige Lichtabsorption. Längs der Trum-Grenze schaaren sich die Hornblende-Stengel zu einer nicht selten auf 1 mm und darüber zusammenhängenden Rand-Bekleidung, während sie auf noch weitere Strecken ganz fehlen; in diesen Randzonen ist ihre Lagerung zwar im Allgemeinen regellos, viele aber und unter ihnen gern die grössten, bis 0,75 mm langen Stengel (gewöhnliche Grössenstufen sind 0,1—0,3 mm) stehen steil geneigt auf der

Grenze, in das Trum-Innere hineinragend; unter ihnen befinden sich viele Zwillinge; in Querschnitten, welche selten regelmässige Form ($\infty P + \infty P' \infty$) aufweisen, sind die kürzesten Durchmesser der Spaltfasern 0,005—0,015 mm gross und die Farben

	nach a	b
im einen Falle:	farblos.	lichtgrünlich.
in anderen Fällen:	farblos bei Tone.	düstergrünlich, stark Licht absorbierend, verwaschen gefleckt.

Eine Farbenänderung in der Richtung c gegenüber b lässt sich aber nirgends erkennen. Die beobachteten Auslöschungsschiefen waren durchweg gering. Die ausgeblasstesten dieser randlichen Hornblenden entbehren oft auch der verwaschenen dunkleren Flecken und gleichen dann vollkommen der in dem durchtrümmerten Schichtgesteins-Gemeuge verbreiteten Hornblende, an welcher solche verwaschne Flecken auch nicht nachgewiesen werden können. Desshalb weiss man bei manchen Hornblende-Individuen der Randzone gar nicht, ob man sie zum Trum- oder zum durchtrümmerten Gesteinsgemeuge rechnen soll; eine 0,4 mm lange, 0,15 mm breite Säule aber steckt zur Hälfte im Trum, zur andern (dabei einheitlich orientirt!) aber nur halb so dicken im durchtrümmerten Schichtgesteine (Hornfelse). Zieht man dies alles in Betracht, so ist die Annahme geboten, dass eine Mischung der Hornblendesubstanz des Prädacites mit der des sich im Contact umwandelnden Schichtgesteins stattgefunden hat, bei welcher Mischung natürlich die im Trum-Innern befindlichen Hornblenden nicht soviel fremde Substanz erhielten als wie die randlichen. — Von vereinzelt kleinen braunen *Glimmer*-Fetzen ist unsicher, ob sie dem Prädacitgemeuge ursprünglich angehören oder aus dem Hornfelse stammen. *Magnetit* ist nur ganz spärlich zugegen.

5. Ebendaher. Im Liegenden des dortigen »Granitfeldes« und noch nicht 2 m von seinem Rande entfernt findet sich zwischen den silurischen Schichten ein 0,3 m mächtiges Trum, welches wohl als ein *Lagergang* zu deuten sein dürfte. Da, wie angeführt, das Prädacitmassiv selbst einem Lagergange entspricht, erscheint es wenig wahrscheinlich, dieses Trum als eine Apophyse desselben in sein Liegendes zu deuten; viel natürlicher wohl fasst man dieses Trum, wenn auch nicht als ganz selbstständigen Eruptivgang,

aber als Apophyse der Wurzel des Massives, d. h. der Füllmasse seines Eruptionscanales auf.

Das Gestein erscheint sehr compact, lichtgrau bis gelblich; in ganz feinkörniger, wesentlich aus Quarz und Feldspath bestehender Grundmasse liegen zahlreiche bis 5 mm lange und 4 mm breite Feldspathe, deren Anzahl jedoch der Gesteinsgrenze zu, von 2 cm Entfernung ab, rasch abnimmt, so dass sie nach makroskopischem Befunde in der äussersten 5 mm mächtigen Grenzzone ganz zu fehlen scheinen oder nur noch in dieselbe seitlich hineinragen. Innerhalb der 2 cm mächtigen Grenzzone sind dabei diese Einsprenglinge mit ihrer Längsrichtung meist der Grenzlinie parallel gelagert. Die mikroskop. Untersuchung war auf die Verhältnisse dieser bis 2 cm mächtigen Grenzzone beschränkt und ergab zunächst, dass die Zahl der porphyrtigen, allerdings nicht die Grössenstufe jener im Trum-Innern bewahrenden Einsprenglinge auch in dieser eine sehr grosse ist und dass sie sich bis dicht an die Gesteinsgrenze hin finden.

Die *Grundmasse* ist durchaus krystallinisch, körnig, ohne jede Spur einer isotropen Basis und bietet das Bild eines »Granites« in kleineren Dimensionen (»Mikrogranit«); an Masse tritt sie hinter der der Einsprenglinge selbst unmittelbar an der Trumgrenze, wo sie noch reichlicher vorhanden zu sein scheint als im Trum-Innern, etwas zurück; im Trum-Innern bildet sie nur schmale Bänder; doch ist ihre Menge streng genommen auch an der Grenze nicht grösser, sondern erscheint nur so, einmal, weil hier die Dimensionen der Einsprenglinge zum grössern Theil auf die Hälfte und noch weniger der gewöhnlichen herabgesunken sind und diese deshalb leicht mit zu den Grundmassen-Constituenten gerechnet werden können, und dann, weil viele derselben durch reichlichen Gehalt an relativ grossen Einschlüssen an individuellem Eindrucke verloren haben. Die Korngrösse der Grundmasse beträgt (ebenso wie diejenige der farblosen Körner im angrenzenden Hornfelse) im Allgemeinen 0,02—0,03 mm, sinkt in der unmittelbarsten Grenz-nähe aber zuweilen auch auf 0,01 mm.

Der Mineralbestand wird ganz auffällig beeinflusst durch denjenigen des angrenzenden Hornfelses, welcher an späterer Stelle ausführlicher beschrieben ist. Bei der Trum-Erfüllung hat das Magma ersichtlich sowohl ganze Partikel wie auch einzelne Constituenten des Nachbargesteins, und letztere anscheinend in ganz ungeheurer Anzahl in sich aufgenommen. Von diesen finden sich

nun verhältnissmässig wenige »unversehrt« als Grundmassengemengtheile des Trums wieder, wenn man die Uebereinstimmung in Habitus und Grösse mit den entsprechenden Constituenten des Hornfels als Beweis der »Unversehrtheit« gelten lässt. Die ganz überwiegende Mehrzahl derselben dagegen hat ersichtlich eine Resorption erfahren, welche man wohl als Ab- oder Einschmelzung bezeichnen darf, eine mehr oder weniger grosse Verminderung der Dimensionen bei gleichzeitiger Abrundung; solche »Schmelzkerne« haben vorzugsweise die farblosen Körner des Hornfelses, z. th. aber auch der braune Glimmer desselben geliefert; manche derselben, welche noch 0,01 mm Grösse besitzen, kann man als selbstständige Grundmassengemengtheile finden, die meisten aber, z. th. ebenso grosse, ferner alle kleineren sind eingeschlossen in den Prädacitgemengtheilen. Von letzteren enthalten jedoch nur die beiden Hauptgemengtheile, Feldspathe und Quarz, dergleichen Schmelzkerneinschlüsse und zwar bei folgenden, leicht erkennbaren Verhältnissen: einmal ist der Quarz überhaupt ärmer an Schmelzkernen als der Feldspath, von dessen Individuen kein einziges ganz frei von solchen Einschlüssen gefunden wurde, viele dagegen von ihnen überfüllt sind; im Quarz werden sie oft ganz vermisst, wo sie aber vorhanden, sind sie in der Mehrzahl nicht mehr doppelbrechend (wie im Feldspathe stets), sondern isotrop, also wahrscheinlich zu farblosem Glase eingeschmolzen, jedoch ohne Libelle. Ferner: je grösser der Wirth ist, desto geringer ist die Zahl der eingeschlossenen, dabei meist (zumal was den Quarz betrifft) auch kleineren Schmelzkerne; in grösseren Einsprenglingen des Quarzes, z. th. auch des Feldspathes, finden sie sich nur in den Randpartien. Beide vorerwähnte Erscheinungen erlauben zweierlei Deutungsweisen; man kann sie sowohl durch grössere Resorptionsfähigkeit (Verdaungskraft) wie gerade entgegengesetzt durch geringern Resorptionstrieb (Appetit) der Quarze und grösseren Einsprenglinge, welche letztere vielleicht schon vor der Trumerfüllung ziemlich fertig gebildet waren, und nur um den Betrag der Randpartien weiterwuchsen*), erklären. — Natürlicher Weise

*) Die Charakteristik der porphyrischen Structur von *H. Rosenbusch*, N. Jahrb. f. Min. 1882, II, kann dahin verstanden werden, dass die Bildung der porphyrischen Einsprenglinge und die der Grundmassenconstituenten zwei zeitlich vollkommen verschiedene Acte (Phasen) der Gesteins-Erstarrung darstellen; die Bildung der Einsprenglinge wäre demnach schon vollendet, sobald die Erstarrung der Grundmassencon-

nimmt Zahl und Grösse der Schmelzkerne innerhalb der Prädacitgemengtheile mit der zunehmenden Entfernung von der Gesteinsgrenze rasch ab. — Ob die kleinen bis kleinsten Blättchen von braunem Glimmer wirklichen »Schmelzkernen« entsprechen, ist zweifelhaft, weil sich dergleichen Blättchen auch schon in den farblosen Constituenten des Hornfelses finden und weil an anderen grösseren Blättchen desselben Glimmers zu erkennen ist, wie die Resorption oft einen ganz anderen Weg einschlägt: man beobachtet eine feinste Zerfaserung des Glimmers in zarte gelbliche Fasern, welche sich selten in wirrer Häufung, häufiger parallel und auf den Spaltdurchgängen der farblosen feldspathigen Gemengtheile concordant eingelagert finden; die letzteren erhalten dadurch selbst blättrigen Habitus und, da sie zuweilen auch parallel ihren Spaltrichtungen zw. \perp N. auslöschen, so erinnern sie selbst an entfärbten Glimmer; — das Endproduct aber scheint stellenweise eine vollständige Glimmerlösung gewesen zu sein, deren Pigment viele Fugen des Körnermosaiks imprägnirte und denselben gelblichen Ton verlieh.

Diese Schilderung der Resorptionsverhältnisse schicke ich voraus, um meine Zurückhaltung in der Bestimmung der feldspathigen Gemengtheile dieses Prädacitvorkommens zu erklären. Denn da Resorption stattgefunden und die resorbirte Substanz ersichtlich vorzugsweise diesen Gemengtheilen zu Gute gekommen ist, so ist es mehr als wahrscheinlich, dass durch mehr oder weniger reichliche Aufnahme der resorbirten Substanz die einzelnen Feldspathkörner, vorausgesetzt die ursprüngliche Homogenität ihrer Substanz im Magma, unter sich sehr verschiednen Bestand erhalten haben. Die resorbirte Substanz kennen wir zum grossen Theile (abgesehen vom Quarz) gar nicht, da die farblosen körnigen Gemengtheile des Hornfelses eine Bestimmung ihrer Mineralnatur nicht gestatten; es ist also schon aus diesem Grunde fraglich, ob die resorbirte Sub-

stituenten beginnt. Für diese Behauptung fehlen aber die Beweise. Die erkennbaren Thatsachen schliessen sowohl hier wie in vielen andern Fällen (Grundmassen-Einschlüsse!), meiner Meinung nach wenigstens, weder die Möglichkeit noch die Wahrscheinlichkeit aus, dass die Einsprenglinge auch noch während der Bildung der Grundmassenconstituenten fortwuchsen und an Dimensionen zunahmen. Den Anforderungen *Rosenbusch's* entsprechen am Ehesten die nicht weiter fortbildungsfähigen, schon *klastischen* Labrador-Einsprenglinge in nachstehend beschriebner No. 12, auf welche Art Vorkommen aber die porphyrische Structur doch nicht allein beschränkt ist.

stanz der Feldspathnatur des resorbirenden Gemengtheiles »zutraglich« ist; von dem Magnesiaglimmer, welcher ja z. th. auch resorbiert wurde, ist es aber schon nicht mehr fraglich, dass seine Substanz einem normalen Feldspathe nicht zukommt. Es können sich demnach neben wirklichen Feldspathen unter den »feldspathigen« Gemengtheilen dieses Prädacittrums auch Nicht-Feldspathe befinden und dürfte die Variabilität im Bestande hier überhaupt eine sehr grosse sein. Doch scheint allerdings nicht die gesammte »gelöste« oder eingeschmolzene Hornfelssubstanz assimiliert worden zu sein: darauf deutet wenigstens der *unreine Habitus* der betreffenden feldspathigen Gemengtheile, welcher einem Verwitterungsprozesse entschieden nicht zuzuschreiben sein dürfte, dagegen an aus unreiner Lösung ausgeschiedene Krystalle erinnert; diese »Unreinheit« zeigen die betr. feldspathigen Gemengtheile in verschiedenem Grade; natürlich sind die der Grenze zunächst liegenden die unreinsten.

Diese feldspathigen Gemengtheile und Quarz sind die wesentlichsten Grundmassenconstituenten, ausserdem die erwähnten Hornfels-Körnchen, etwas brauner Glimmer, nur dürftige chloritisirte Hornblende-Fetzen, verhältnissmässig viel Zirkon in z. th. (bis 0,03 mm) sehr grossen Körnern und Säulehen und sehr spärliche Erzkörnchen; von einzelnen trüberen, regellos begrenzten Querschnitten war die wahrscheinliche Titanit-Natur nicht zu bestimmen.

Als Einsprenglinge finden wir Feldspathe, Quarz und vereinzelt braunen Glimmer; letzterer gleicht vollständig demjenigen des Hornfelses, jedoch dürften die betr. Glimmerblätter dem Prädacit von Haus aus eigen sein, einmal wegen ihrer Grösse (bis 0,12 mm), welche die der Hornfelsglimmer um mindestens das Doppelte übertrifft, und dann, weil sie Einschlüsse von (sehr wahrscheinlich) Apatit enthalten, welche in jenen nicht beobachtet wurden.

Als normale Viellinge struirte Plagioklase (1. Gener.) wurden im Gesteine durchaus nicht gefunden. Auf diese negative Charakteristik muss ich die Angaben über diejenigen feldspathigen Gemengtheile beschränken, welche ihren Dimensionen nach zur Grundmasse gehören oder, wenn auch an sich grösser, überladen mit Schmelzkern-Einschlüssen sind. Von den eingesprengten, im Allgemeinen zwischen 0,5 und 1,5 mm grossen Feldspathen zeigen bis auf wenige Ausnahmen alle Mikroperthit-Structur von grosser Feinheit, sodass die aus den andern Vorkommnissen von Gunildrud

bekannten »Bänder« sich auf dünne Fäden reduciren; optische Bestimmungen gelingen sehr selten und sprechen dieselben auch hier für die Anwesenheit von Albit, Mikroklin und Orthoklas; auffällig häufig sind (Periklin?-)Zwillinge. Ausser solchen Perthit-Durchschnitten, in welchen die alternirenden Bänder, wenn auch nicht immer scharf abgegrenzt, doch durch die unter sich gleiche, dabei von der der zwischenliegenden Bänder verschiedene Auslöschungslage die perthitische Verwachsung bezeugen, fand sich unmittelbar an der Gesteins-Grenze ein über 1,2 mm grosser, stark und zwar vorzugsweise rechtwinklig zerklüfteter Feldspath-schnitt, dessen recht auffällige »undulöse« Auslöschungs-Erscheinungen wohl einem mechanischen Drucke zugeschrieben werden dürften; die schmalen Auslöschungs-»Wellen« verliefen steil zur ersten Spaltrichtung geneigt bei einer Drehung von 0 bis 10° aus der Orientirung zu derselben.

Quarz nimmt, was die Zahl der Individuen betrifft, wohl in gleicher Menge wie Feldspath an diesem Gesteine theil; da aber seine Körner an Grösse meist hinter den Feldspathen zurückbleiben, ist seine Masse geringer als die des Feldspathes. Von »Poren« sind viele Quarz-Durchschnitte ganz frei; in den andern sind jene sehr ungleichmässig vertheilt, aber im Allgemeinen spärlich, zuweilen grosse und äusserst kleine vergesellschaftet. Hohlräume und Libellen führende Glaseinschlüsse sind anscheinend für sich, andrerseits Flüssigkeitseinschlüsse mit trägen und mit (sehr selten) lebhaft beweglichen Libellen; ein Würfelchen im Flüssigkeitseinschluss wurde nur einmal beobachtet.*)

6. Aus dem grossen Steinbruche am *Tonsen Aas*, nördlich von Christiania. Die Färbung dieses Gesteins ist bedingt durch diejenige der an Masse ganz vorherrschenden, 1—13 mm grossen

*) Dieses Vorkommen dürfte sicherlich eine eingehendere Untersuchung und Beschreibung verdienen, als wie ich auf Grund eines kleinen Handstückes zu geben vermag; es müsste sich die Untersuchung auf weitere Erstreckung in's Innere des Trums wie auch in seinem Streichen ausdehnen. Desshalb habe ich auch Herrn *P. Jannasch*, welcher sich zur chemischen Untersuchung dieses Vorkommens sowohl wie des unter 2 beschriebnen Haupt-Prädacites bereit erklärt und auch schon Material von mir zu diesem Behufe erhalten hatte, schliesslich davon abgerathen, weil die Resultate der chem. Analyse möglicher Weise *irre leiten* konnten, indem ich zu denselben (betreffs des Prädacits 2 trotz der Grobkörnigkeit) nur ganz geringe Quantitäten von Material opfern konnte.

Feldspathe, welche auf Spaltflächen meist grau, auf Bruchflächen röthlich erscheinen. Seiner Structur ist schon gedacht; zwischen gröberkörnigem compresssem Gesteins-Gemenge findet sich scheinbar lockeres mit Feldspathen 3. Generation, dessen Lücken durch Quarz mit Hornblende, Magnetit, Titanit etc. erfüllt werden. — *Feldspathe* 1. Gener. werden ganz vermisst; innerhalb der an Masse ganz überwiegenden Feldspathe 2. Gener., welche vorzugsweise den Albit-Oligoklas-Perthiten, z. Th. den Orthoklas-Albit- und Orthoklas-Oligoklas-Perthiten angehören, erkennt man zuweilen winzigste Interpositionen ähnlich den schon bei No. 2 erwähnten, ausserdem Partikel der übrigen Gesteinsgemengtheile, z. Th. in Mikrolithenform, ferner Rotheisenblättchen. *Quarz* ist hier zwar viel spärlicher zugegen, wie in No. 1 und 2, trotzdem nächst dem Feldspathe der seiner Masse nach wesentlichste Gemengtheil; seine Körner besitzen zwischen 0,1 und 1 mm Grösse; auf äusserst schmalen Fugen verbreitet findet sich auch secundärer Quarz, welcher von da ersichtlich resorbirend bei pseudopogmatitischer, in winzigen Dimensionen sich entfaltender Structur in die benachbarten Feldspathe eindringt; selbst mitten innerhalb der Feldspathschnitte erkennt man hin und wieder dergleichen allerdings nur 0,05 mm grosse Flecken; diesen Quarz könnte man, trotz *Fouqué* und *Michel Lévy's* Bestimmung der Generationsstufe, als wahren *quartz de corrosion* benennen (conf. Min. Microgrph. p. 193 und Pl. XXI, 2). Der an sich eben ganz untergeordneten Hornblende kommen an Masse Glimmer und Magnetit fast gleich und auch die Menge des Titanits ist nur wenig geringer. Die Krystalloide beider erstgenannten Gemengtheile erreichen zuweilen Dimensionen von mehr als 2,5 mm, meist aber nur 1 mm, der Magnetit 0,2 mm, Titanit wiederum bis 2,5 mm.

Vorstehende Schilderung bezieht sich auf das auch chemisch analysirte Handstück, für welches nach oben unter II gegebenen Zahlen das gegenseitige Mengenverhältniss von Kali- und Natronfeldspaths Substanz beträgt:

35,997 Kls.,	nämlich 6,08 K ₂ O,	6,634 Al ₂ O ₃ ,	23,283 SiO ₂
56,430 Nts.,	» 6,67 Na ₂ O,	11,038 »	38,722 »

wobei als Rest bleiben: 2,035 SiO₂, 0,25 Al₂O₃, 0,96 Fe₂O₃, 2,08 FeO, 1,00 CaO, 0,59 MgO.

Ein von andrer Stelle desselben Steinbruches entnommenes Handstück, auf dessen Verhältnisse ich bei Betrachtung der Gesteinsverwitterung zurückgreifen werde, zeigte betreffs der Feld-

spathe nur das Abweichende, dass Feldspathe 3. Generation hier gar nicht nachzuweisen waren, indem kleinkörnige primäre Gemengtheile nur spärlich und zwischen die grösseren Feldspathe zwischengeklemt vorkommen; dabei war es aber reicher als jenes an allen andern neben den Feldspathen gewöhnlich vorhandenen Gemengtheilen. Die Körner des primären Quarzes erreichen z. th. 1,5 mm Durchmesser und sind dabei oft noch zu mehreren geschaart; sie sind recht arm an »Poren«, enthalten letztere meist auch nur in ihren randlichen Parteen, während die Kerne oft ganz frei davon sind; unter diesen »Poren« sind solche mit isotropem Würfeinschluss verhältnissmässig häufig und wurde in einem Falle die Kantenlänge des Würfelchens sogar zu 0,005 mm gemessen; gerade dieser Würfel-führende Flüssigkeitseinschluss liess aber auch eine nicht genügend aufzuhellende Eigenthümlichkeit erkennen, welche er anscheinend mit mehreren solchen Einschlüssen gemein hat: ausser einer grösseren Libelle besitzt derselbe, so macht es wenigstens den Eindruck, noch eine ganz kleine, dem Würfelchen dicht benachbarte. Neben der blaugrünen, sowohl in kleineren Körnern wie in 0,8 mm langen Säulen auftretenden Hornblende findet sich hier auch noch eine, anscheinend nur in grösseren dickeren, zuweilen mit einander parallel verwachsenen Säulen (1 mm lang, 0,5—1 mm dick) ausgebildete, welche sich gewissermassen als ein Mittelglied zu der braunen Varietät darstellt, indem das parallel c polarisirte Licht bräunlich grün, allerdings nicht sehr dunkel wird, die relativ feinfasrige Spaltbarkeit (0,01 mm Faser-durchm.) dagegen an die grüne Varietät erinnert; ein dem Klinopinakoid genäherter Schnitt solcher Hornblende zeigte 35° Auslöschungsschiefe. Brauner Glimmer kommt an Masse hier der Hornblende ziemlich gleich; seine Blätterpakete besitzen meist verhältnissmässig grosse Dimensionen (1 mm), doch kann man sehr oft bei Anwendung des Polarisators allein und Parallelstellung der Glimmer-Spaltrichtung zur Nicol-Diagonale erkennen, wie die Pakete aus ungleich dicken, verschieden langen, z. th. nicht durchgehenden, in einander geblatteten Lamellen zusammengesetzt sind. Gleicher Weise reichlich ist opakes Erz in meist gegen 0,3 mm grossen, gewöhnlich von Apatit durchschossenen Körnern zugegen, sowie fahl bräunlich gelber Titanit in 0,5—1 mm grossen, oft sehr rissigen keilförmigen Durchschnitten, spärlicher dagegen Zirkon, von welchem jedoch auch ein ungewöhnlich (0,3 mm)

grosser rauher Schnitt, $P + \infty P$, beobachtet wurde, welcher von Spaltrissen nach $P, \infty P$ und auch oP durchzogen war.

7. Kalkhornfels-Bruchstücke einschliessendes Stück von einem Trum am Tonsen Aas. Mangel an Material hat verhindert, dieses Vorkommen so eingehend zu untersuchen, als es eigentlich verdiente. — Das Gestein ist hier feinkörnig hellgrau, doch erkennt man hin und wieder Feldspathspaltflächen von 2—4 mm Erstreckung. U. d. M. zeigt sich die Structur nicht porphyrisch, aber sehr anisomer körnig. Der Masse nach walten die Constituenten von 0,5—1 mm durchschnittlicher Grösse vor, zwischen denen die kleineren Constituenten, von denen manche sogar weniger als 0,1 mm Drchm. besitzen, nur eingeklemmt sind. An Feldspathen erkennt man hin und wieder wenigstens theilweise geradlinige Grenzen, aber im Allgemeinen sind die Gemengtheile ganz gesetzlos begrenzt, sich in einander eindrückend, einbuchtend und durchwachsend. Gegen den Hornfels hin nimmt die Grösse der farblosen Gemengtheile ab und zeigt die Grenzzone nicht bloss in Folge dieses Umstandes, sondern auch durch veränderte Mineralcombination abweichende Erscheinung. — Betreffs der *Feldspathe*, welche auch hier, abgesehen von der eigentlichen, aber nur selten bis 0,5 mm breiten Grenzzone gegen den Hornfels, das Gestein hauptsächlich aufbauen, kann man hier keine verschiedenen Generationen unterscheiden: sie erscheinen alle ziemlich gleichzeitig erstarrt. Optischen Bestimmungen bieten sich aber viele Hindernisse, nämlich bei vielen Durchschnitten schon sehr reichliche staubige Verwitterungsproducte, der Mangel an Krystallform und Blätterdurchgängen. Doch ist ersichtlich, dass typische Plagioklasse, deren Erscheinungsweise am Ehesten denen vom Vettakollen gleicht, nur in der entschiedenen Minderzahl zugegen sind; gekreuzte Lamellirung ist sehr selten bei ihnen und bleiben ihre Grössenstufen auch meist gering (selten über 0,3 mm). Aber auch typische Perthite fehlen fast ganz; wo perthitische Structur erkennbar, tritt die eine Substanz immer sehr zurück und ist diesem Zurücktreten bis zum Verschwinden zuzuschreiben, dass die meisten Feldspathschnitte nur Spuren von Perthit-Structur aufweisen oder selbst diese vermissen lassen. Die Mehrzahl solcher Schnitte löscht dabei zw. $+$ Nic. orientirt zu eventuell vorhandenen Spaltbarkeitsspuren aus (einzelne, mit rechtwinkligen Blätterdurchgängen, hellen sich allerdings überhaupt nur bei diagonaler Lage ein wenig auf, andere wieder zeigen kein vollständiges Verlöschen)

und dürften darnach dem *Orthoklase* angehören. Daneben sind grosse Schnitte mit verschwommener Lamellirung, z. Th. auch gekreuzter, selten; dieselben zeigen auch meist, wenigstens was die lamellirten Partien betrifft, der Lamellenrichtung entsprechende oder ihr wenigstens sehr genäherte Auslöschungen, grössere einheitliche Flecken derselben besaßen aber bis 8° Auslöschungsschiefe. Die grossen Feldspathschnitte enthalten natürlicher Weise auch mancherlei Einschlüsse; ob sich auch in den dem Orthoklas zugehörigen Schnitten farblose (secundäre) Glimmerblättchen finden, in welche sich umzusetzen viele Feldspathe begonnen haben, konnte nicht sicher ermittelt werden; unter ihren kleinsten Interpositionen liessen sich zuweilen feine trübe oder dunkel umrandete Schläuche, Schlieren, Nadeln erkennen. — Am *Quarze*, der reichlicher als im Haupt-Gestein vom Tonsen Aas zugegen ist und entweder nur zwischengedrängt und im Feldspathe eingewachsen oder aber in selbstständigen Körnern auftritt, welche nach dem Trum-Innern zu bis über 0,4 mm gross werden, fällt die Armuth an »Poren« der bekannten Art auf; sehr selten sind Körner mit reichlichen Flüssigkeitseinschlüssen, letztere sind dabei auch sehr klein und ganz ungewöhnlich klein sind die Libellen; manche Interpositionen erinnerten übrigens an Glaseinschlüsse. Anscheinend nimmt die Anzahl der Flüssigkeitseinschlüsse nach den Gesteinsgrenzen hin ab und werden überhaupt viele ganz einschlussfreie Körner gefunden. — Von den *Hornblenden* herrscht hier die *braune* Varietät; sie ist in kleinen wie in bis 1 mm langen Säulen und Fetzen sehr reichlich zugegen, allerdings in nur bescheidener Menge im Trum-Innern, in desto grösserer aber in der Randzone; an Querschnitten derselben von meist 0,15 mm Breite erkennt man zuweilen gesetzmässige Umgrenzung ($\infty P + \infty P' \infty$) bei abgerundeten Ecken und misst den kürzesten Spaltfaserdurchmesser zu 0,01 bis 0,03 mm; Zwillinge sind selten. Die *grüne* Hornblende findet sich dagegen nur ganz spärlich, am Ehesten in Mikrolithen, sehr selten in grösseren selbstständigen Krystalloiden, häufiger in Verwachsung mit Augit und mit brauner Hornblende. Ebenso wie jene ist auch der allerdings reichlicher auftretende *Augit* nur auf das Trum-Innere beschränkt und ist nicht in der Randzone zu finden. Er ist oft mit einer oder mit beiden Hornblende-Varietäten verwachsen, tritt aber auch selbstständig in bis 0,3 mm langen und 0,1 mm breiten, sehr rissigen Säulen sowie in ganz regellosen, zerrissenen und durchwachsenen Partikeln auf. Brauner

Glimmer findet sich nur untergeordnet in kleinen Blättern und Putzen, welche überdies oft zu *Chlorit* umgewandelt sind; ob vereinzelte, bis 0,3 mm grosse, sechsseitige, aber bandartig verzogene, mit zonarer Structur ausgestattete, braunrothe Tafeln einem Eisen-oxyde entsprechen oder nur durch solches verfärbtem Glimmer, lässt sich nicht sicher ermitteln. *Magneteisen* und *Apatit* treten nur sehr spärlich auf, reichlich dagegen *Zirkon* und *Titanit*; letzterer in ledergelben bis fast farblosen, rissigen, bis 0,1 mm grossen Körnern ist immer ganz regellos gestaltet, zum grossen Theil in scheinbar zerhackten Massen dem Feldspathe des Trum-Innern eingewachsen; der *Zirkon* dagegen zeigt sehr oft schöne, scharfe, allerdings bis zu ungeheurer Kleinheit sinkende Kryställchen und ist sehr gleichmässig verstreut. — In der *Grenzzone*, deren Verhältnisse bei Schilderung der betr. Hornfelse eine ergänzende Beschreibung finden werden, bewahrt das daselbst vorwaltende Bislilat, die braune Hornblende, sowie auch etwas Glimmer, seine Grössenstufe, die farblosen Gemengtheile aber sinken in ihrer Grösse nach und nach bis zu 0,05, stellenweise sogar 0,025 mm hinab, wobei sie allerdings die entsprechenden Constituenten im angrenzenden Gesteine an Grösse immer noch übertreffen. Die farblosen, wasserklaren Körner sind dabei oft manichfaltig in einander verzahnt; eine mineralogische Unterscheidung ist desshalb unmöglich; sie scheinen wenigstens grösstentheils dem Quarze anzugehören, doch entbehren sie jeder Art charakteristischer Interpositionen, auch der Flüssigkeitseinschlüsse.

8. Vom Südabhang des *Vettakollen*, nördlich von Christiania. Das betreffende, auch der oben angeführten chem. Analyse unterworfenene Stück entspricht dem »rothen Syenit« *Kjerulf's*, indem die Verwitterung es hell röthlich bis gelblich oder schmutzigweiss erscheinen lässt; im frischen Bruche aber ist es grau, durch reichlichen Gehalt an dunklen Bestandtheilen auf hellem Feldspathgrunde; von einzelnen Gemengtheilen erkennt man makroskopisch leicht schwarze, bis 2 mm grosse glänzende Glimmerblättchen sowie vereinzelte lichtgraue oder hellfleischfarbene, z. th. sogar über 5 mm grosse Feldspathe. Die gewöhnliche Korngrösse der Gemengtheile beträgt jedoch nur 0,2—1,2 mm. Innerhalb des an sich schon ungleichmässig körnigen Gesteins findet man hin und wieder auch die aus No. 6 bekannten kleinerkörnigen Partien von anscheinend lockerer Structur. Trotz der Grössenunterschiede bietet das Gemenge doch keinen porphyrartigen Habitus, weil sich

die Gemengtheile von ziemlich gleicher Grösse zu einander zu gesellen pflegen, im grobkörnigen Gemenge z. B. kleinere Gemengtheile sich nur in sehr spärlicher Anzahl zwischengeklemt, dagegen häufiger innerhalb der grösseren Feldspathe (2. Gener.) eingeschlossen finden. — Unter den *Feldspathen* halten sich diejenigen 1. und 2. Generation an Masse ungefähr das Gleichgewicht. Von jenen finden sich die kleineren, Albite und Oligoklase, meist als Einschlüsse, die grösseren und nicht selten wenigstens theilweise gesetzmässig begrenzten, vorzugsweise dem Oligoklas angehörigen treten meist selbstständig auf. Von Umsetzung zu farblosem Glimmer sind die meisten derselben ergriffen und hat es sogar manchmal den Anschein, als ob selbst Feldspathe 2. Generation Glimmer bildeten. Welche Wege diese Glimmerbildung verfolgt, kann man an einem Längsschnitte von Oligoklas gut beobachten, dessen oberes Drittel noch ganz frische, wasserklare Substanz besitzt, während die beiden andern Drittel von einem wirren und dichten Aggregat farblosen Glimmers erfüllt sind, das ohne Vermittlung an die frische Substanz grenzt, aber Zipfel und Zungen in die Lamellen-Fugen der letzteren aussendet; ein grosser Theil der Glimmerblättchen hat sich dabei ersichtlich gern parallel, ein geringerer Theil senkrecht zu der Richtung der Feldspath-Lamellen gelagert. Zonare Structur besitzen die Oligoklase übrigens hier nur selten und nicht typisch, noch seltener aber Randzonen. — Die durchweg grösseren, meist geschipperten und gefaserten Durchschnitte der Feldspathe 2. Gener. sind fast immer gesetzlos begrenzt und zeigen perthitische Verwachsungen von Orthoklas mit Albit, sowie mit Oligoklas und auch von letzteren beiden. — *Quarz* findet sich sowohl in verschiedenen grossen, zuweilen zu mehreren vergesellschafteten Körnern, als auch als Lückenbüsser, sowie endlich auch in Feldspathen, zuweilen sogar solchen von 1. Gener. eingewachsen; hierbei ist aber seine Masse zu gering, um Pegmatit-Structur resultiren zu lassen. Umgekehrt findet man auch kleine Feldspathkörner in 0,5 mm grossen Quarzkörnern eingeschlossen. — Grüne *Hornblende* ist in Krystalloiden von 0,35—0,5 mm Länge und 0,075—0,3 mm Breite sowohl als auch in (schon beschriebener) Mikrolithenform ziemlich reichlich nebst ihren Verwitterungsproducten durch das Gestein verbreitet, daneben noch *Augit* und brauner *Glimmer*, letzterer oft auch in Chlorit umgebildet. Obwohl durch die Bauschanalyse ein ungewöhnlich hoher Gehalt an Titansäure (+ Zirkonerde) nachgewiesen

ist, gelang es doch nicht, die Gegenwart von Titanit im Gesteine zu constatiren; *Zirkon* ist dagegen vorhanden, doch nicht in solcher Menge, dass damit jene Ziffer erklärt wäre. Wir müssen demzufolge dem in ziemlicher Menge auftretenden *opaken Erze*, welches sich ausser in 0,005—0,1 mm grossen, ersichtlich regulären Körnern, auch oft in Tafeln, Barren und regellosen Gestalten findet, einen Titangehalt zuschreiben, was um so weniger Bedenken erregen dürfte, da dergleichen Partikel nicht selten von einem ganz dünnen, trüben, grauen Kranz Leukoxen-ähnlicher Substanz umgeben erscheinen. *Apatit* findet sich in dünnen wie (bis 0,05 mm) dicken Säulen.

Nach der oben mitgetheilten Bauschanalyse ist das Verhältniss von Kali- zu Natronfeldspath-Substanz im Gesteine folgendes:

Kls. 25,05 %, nämlich 4,40 K_2O , 4,801 Al_2O_3 , 16,85 SiO_2

Nts. 41,28 %, » 4,88 Na_2O , 8,075 » 28,33 »

wonach ein Rest bleibt von 14,38 SiO_2 + 4,73 Al_2O_3 + 2,92 Fe_2O_3 + 3,38 FeO + 3,67 CaO + 1,87 MgO + 1,37 Wasser.

— Die ältere Analyse *Kjerulf's* von einem ähnlichen Gesteine desselben Fundortes würde nach einer Abrechnung von 18,04 % Kali- und 52,79 % Natron-Feldspathsubstanz den (abgesehen von Al_2O_3) recht ähnlichen Rest geben: 14,71 SiO_2 + 0,41 Al_2O_3 + 7,38 Fe_2O_3 + 3,36 CaO + 1,50 MgO + 1,20 Glühverl. — In den Ziffern für Eisenoxyde, Kalk und Magnesia drückt sich der verhältnissmässige Reichthum an untergeordneten Gemengtheilen, insbesondere Bisilicaten und opakem Erze aus.

9. Ebendaher, aber näher am Gipfel des Vettakollen. Das Gestein ist etwas feinkörniger und dunkler grünlichgrau (»grauer Syenit« *Kjerulf's*). Die Structur ist ähnlich wie bei vorbeschriebenem Gesteine, nur neigt sie mehr zur »porphyrartigen«, sodass man sich versucht fühlt, gegenüber den Feldspath-Einsprenglingen, welche öfters vereinzelt auftreten und nicht mehr in geschlossenen gröberkörnigen Parteen, ein Grundmassengemenge zu unterscheiden. Von den *Feldspathen* walten diejenigen 2. Generation an Masse vielleicht etwas vor vor denen 1. Generation. Letztere scheinen alle dem *Oligoklas* anzugehören, halten sich in bescheidenen Dimensionen, 0,25—1 mm, und besitzen nicht selten »gekästelt« zonare Structur, sowie mehr oder weniger breite Randzonen von einheitlicher oder perthitischer Substanz. Durch diese Randzonen-Bildung resultiren Mittelglieder zwischen Feldspathen 1. und 2. Generation; wenn nämlich die Randzone im Verhältniss

zu dem umschlossnen Oligoklas zu breit erscheint, kann man das betr. Individuum ja auch als einen Perthit mit einem centralen Oligoklas-Einschluss auffassen. Obwohl auch die Perthite zur Umsetzung in farblosen Glimmer geneigt scheinen, besitzen doch ersichtlich die Oligoklase diese Schwäche noch viel mehr; man kann nämlich in umrandeten Oligoklasen zuweilen beobachten, wie dichte, getrübte, oft auch noch mit eingewandertem Chlorit beladene Aggregate farblosen Glimmers sich moosähnlich von den Spaltrissen aus in den Oligoklas hineinverbreiten, an der Randzone aber absetzen. Die meist gesetzlos begrenzten, grösseren und mit eingeschlossnen Partikeln der übrigen Gemengtheile beladenen *Perthite* gestatten keine optische Bestimmung, einmal weil die meist sehr und stellenweise bis zum Verschwinden zurücktretende untergeordnete Substanz immer getrübt, die hellere Hauptschubstanz jedoch oft von Glimmerbildung ergriffen ist, dann aber und ganz besonders desshalb, weil deutliche Spaltbarkeitsspuren mangeln. — *Quarz* tritt hier anscheinend in geringerer Menge auf als in No. 8, z. th. zwischengeklemmt, z. th. eingewachsen in Perthiten. Neben der *grünen Hornblende*, welche ausser in Mikrolithen auch in verschieden gestalteten Krystalloiden, insbesondere Stengeln von 0,1 mm Breite und der drei- bis fünffachen Länge, worunter viele Zwillinge, im Gesteine sehr verbreitet, aber auch der Verwitterung in hohem Grade erlegen ist, — tritt auch in fast gleicher Masse *braune Hornblende* auf, in kurzen gedrunghenen, wie auch in langen, diejenigen der grünen H. im Allgemeinen überragenden Säulen. Opakes Erz und Apatit, anscheinend auch Zirkon, sind in gleicher Weise vertreten, wie in No. 8, dagegen konnten weder brauner Glimmer noch Augit, ebensowenig Titanit, in den vier vom Gesteine hergestellten Dünnschliffen nachgewiesen werden. — *Th. Kjerulf* hat in seinem »Silurbecken« eine Analyse solchen »grauen Syenits vom Vettakollen« veröffentlicht, derzufolge im Gesteine an Kali- und Natronfeldspaths Substanz enthalten sind:

15,09 % Kls, nämlich 2,55 K₂O, 2,78 Al₂O₃, 9,76 SiO₂

44,84 % Nts., » 5,30 Na₂O, 8,77 » 30,77 »

und ein Rest bleibt von 16,25 SiO₂, 5,09 Al₂O₃, 9,85 FeO, 5,12 CaO, 2,63 MgO, 1,27 Glühverlust; demnach ist die Menge der Bisilicate sowie der Anorthitsubstanz in diesem Gesteine eine noch grössere als in No. 8, diejenige der Kalifeldspaths Substanz dagegen eine viel geringere; letzteres ist aber nicht der Fall im Vergleich mit dem von *Kjerulf* analysirten »rothen Syenit« ebendaher, falls

man nur das *Verhältniss* von Kali- und Natronfeldspathsubstanz in Betracht zieht.

10. Am Fusse des steilen Vettakollen-Gipfels, am *Barnekjern* findet sich die Grenze des Prädacit-Massivs gegen die liegenden silurischen Schichten aufgeschlossen; auf die Verhältnisse dieses geologisch interessanten Punktes wird bei Betrachtung der exomorphen Contacterscheinungen näher eingegangen werden; hier sei nur der Befund des Prädacites in einem von dort entnommenen Handstücke beschrieben, welches zum Theil aus Prädacit, z. Th. aus seinem Nachbargesteine besteht und in dem die Gesteinsgrenze bei innigem festem Zusammenhalt beider mitten durchquert. Makroskopisch erscheint der Prädacit feinkörnig und in Folge von Verwitterung schmutzig weiss mit zahlreichen dunklen Pünktchen (»Pfeffer und Salz«). Mikroskopisch betrachtet ist er ungleichmässig körnig, aber ohne porphyrtartig zu werden. Von den an Masse ganz überwiegenden Feldspathen erreichen manche bis über 2 mm Länge bei 0,5 mm Breite, ihre durchschnittliche Korngrösse aber beträgt nur 0,3—0,8 mm (für die Länge). In der unmittelbaren, etwa nur 0,5—1 mm breiten Grenzzone sinkt die durchschnittliche Korngrösse zwar im Allgemeinen noch etwas, auf 0,2 bis 0,5 mm, doch fehlen eigentliche endomorphe Contact-Erscheinungen von solcher Entschiedenheit, dass man aus ihrer Gegenwart etwa ermitteln könnte, ob das Nachbargestein hier unmittelbar angrenzt haben müsse oder nicht, denn so feinkörnige Gesteinspartieen wie an der Grenze findet man stellenweise auch von ihr entfernt zwischen gröberkörnigem Gemenge; vielleicht ist die Pegmatit-Bildung, deren später gedacht wird, eine Contact-Erscheinung, da sie nur an der Grenze beobachtet wurde; doch kann dies auch Zufall sein. — Etwa $\frac{4}{5}$ der Feldspathmasse wird hier von den Plagioklasen der 1. Generation, *Oligoklas* und dem Anschein nach auch *Albit* gestellt; die *Perthite* 2. Generation sind aber sehr gleichmässig durch das Gestein vertheilt, bewahren auch hier die höheren Grössenstufen und sind auch hier regelloser gestaltet als jene. Von Umbildung zu farblosem Glimmer, dessen oft bis 0,03 mm grosse Blättchen immer abgerundet oder regellos begrenzt sind, erscheinen sie meist auch nicht ganz frei, doch nicht so stark ergriffen wie jene Plagioklase; sie enthalten nicht selten auch kleine Plagioklase 1. Gen. sowie Partikel der andern Gesteinsgemengtheile eingeschlossen; flasrige, fleckige und Maschenstructur, allerdings oft von grosser Feinheit, zeigen sie gewöhnlich;

soweit Spaltbarkeitsspuren ihre Bestimmung erlaubten, erwiesen sie sich den Albit-Oligoklas-, einer auch den Orthoklas-Albit-Perthiten zugehörig. — *Quarz* ist hier wieder reichlicher zugegen und ist seine Masse auf mehr als ein Zehntel der des Gesteins zu schätzen; seltener bildet er selbstständige, bis 1,2 mm grosse, sehr rissige Körner, meist ist er nur als Lückenbüsser zwischen-gedrängt oder in Feldspathen eingewachsen; innerhalb der »Grenzzone«, wo er besonders reichlich auftritt, resultirt durch solche Einwachsungen, in Feldspathen von 1. wie 2. Gener., sogar mikropegmatitische Structur, welche insofern auffällt, als die Quarzpartikel da innerhalb der zonar-struirten Oligoklase auch rechtwinklige Rahmen bilden. — Von *Hornblende* ist hier nur die grüne Art, aber ziemlich reichlich und auffallend frisch, jedoch nicht in solch tiefen Farben wie in No. 2, vertreten in Stengeln bis zu 0,5 mm Länge. Mit ihr meist vergesellschaftet findet sich der hier an Masse nur wenig hinter ihr zurückstehende *Titanit*; man trifft stellenweise ganze Haufen seiner meist regellos geformten und in der Grössenstufe (bis 0,075 mm) sehr schwankenden Körner; *Zirkon* ist dagegen selten. Fast ebenso häufig wie Titanit, aber im Gesteine sehr ungleichmässig vertheilt, ist der braune *Glimmer*; derselbe ist dabei meist in der Umsetzung zu *Chlorit* begriffen. Fast oder ganz farbloser, sehr rissiger *Augit* in kleinen wie (bis 0,15 mm) grösseren, regellos gestalteten Individuen kommt an Masse dem Glimmer fast gleich; *Apatit* ist gewöhnlich der Hornblende gesellt.

Kjerulf's Begleitworten zu oben unter VI angeführter Analyse zu Folge kann man letztere auf dieses Vorkommen beziehen.

11. Vorbeschriebnes Gestein durchtrümmert auch sein Nachbargestein auf das Innigste; ein solches Trum von durchschnittlich noch nicht 1 mm Mächtigkeit (in demselben Handstücke) zeigte das vorbeschriebne Gesteinsgemenge weder kleinerkörnig noch in sonstiger, wesentlicher Art abweichend; allerdings sind die Feldspathe hier im Allgemeinen regelloser geformt und wurden von solchen nur Plagioklase 1. Gener. beobachtet, was aber Zufall sein kann; das Trum erscheint dabei noch reicher an Quarz. Bemerkenswerth dürfte sein, dass ein über 0,3 mm grosses Quarzkorn von der anstossenden Hornblende des Nachbargesteins nicht nur grössere formlose Fetzen aufgenommen hatte, sondern auch ein wirres Haufwerk ganz dünner, spiessiger, wahrscheinlich aus jener hervorgegangener Mikrolithe.

12. Noch etwas dunkler grünlichgrau, aber noch nicht völlig dunkelgrau, und feinkörniger als das Gestein No. 9 aus der Nähe des Vettakollen-Gipfels ist ein solches, welches am Fusse desselben, am *Barnekjern*, die liegenden Silurschichten *anscheinend gangförmig durchquert*. U. d. M. erweist es sich *porphyrtartig*, jedoch sind alle Grössenstufen bis zu 0,1 mm Durchm. hinab vertreten, so dass nach Grössenverhältnissen eine scharfe Grenze zwischen Einsprenglingen und Grundmassegemengtheilen nicht nachzuweisen ist. Die ersteren werden wesentlich von den S. 13 näher beschriebenen Feldspathen 1. Generation (Labrador) gestellt, von denen manche Säulenfragmente über 2 mm Länge besitzen. In der *Grundmasse* herrschen dagegen entschieden *perthitähnliche Feldspathe*; zwar finden sich da auch manche Feldspathe, welche an die öfters kreuzweis lamellirten Feldspathe (Oligoklase) aus den andern Gesteinsproben vom Vettakollen sowie auch an die schwächer lichtbrechenden, gern farblosen Glimmer ausscheidenden Albite 1. Gener. von Drammen erinnern, und zwar erreichen von letzteren manche sogar Dimensionen von 1,5 mm, jedoch tritt deren Masse gegenüber den perthitähnlichen F. ganz zurück. Der Perthit tritt dabei in verschiedener Weise auf: einmal umsäumt er gern die andern Feldspathe, auch die Labradore (doch ist deren Randzone zuweilen ihnen eigen), mit einer Randzone von oft gleichbleibender Breite, meist 0,1 mm; hauptsächlich aber findet er sich als selbstständiger Gemengtheil in regellos geformten Körnern, welche meist nur 0,3—0,5 mm, aber auch bis 1 mm Durchmesser besitzen; die unvollkommene, flasrige und fleckige Perthit-Structur ist sehr fein und meist verschwommen. Wegen mangelnder Blätterdurchgänge (nur einmal wurden Spaltrisse beobachtet, welche aber einen Winkel von 124° bildeten!) ist die optische Bestimmung unmöglich, doch liess sich sehr oft erkennen, dass die Auslöschungslagen von Perthitflecken und Hauptmasse zw. + N. nur wenig divergiren und dass diese Auslöschungsrichtungen in wahrscheinlich M-genäherten flasrigen Durchschnitten der Flaserichtung genähert sind; an unvollkommene Carlsbader Zwillinge erinnernde Durchschnitte finden sich vereinzelt; an rechteckigen Schnitten, von denen einer, mit deutlicher Querspaltbarkeit, bei nur 0,2 mm Breite 1 mm Länge besass, liess sich erkennen, dass einmal die Hauptmasse bei Orientirung auslöschte, die meist quer verzogenen, dabei aber anscheinend wieder parallel zur Länge lamellirten Perthitflecke bei ungefähr 5° beiderseits (? Orthoklas

mit Albit), ein andermal die, verschiedene Plagioklas-Körner einschliessende Hauptmasse mit 5° Schiefe verlöschte, die Flecken aber mit 3° nach derselben Seite (? Albit mit Oligoklas). Farblosen Glimmer findet man nur selten und spärlich in den Perthiten, sehr gewöhnlich jedoch das trübende wolkige Umwandlungsproduct; zuweilen führen sie ein Wenig von dem aus den porphyr. Einsprenglingen bekannten opaken Staub, sehr häufig Mikrolithen von Hornblende etc. An den kleinsten Feldspathkörnern ist natürlicher Weise Perthitstructur nicht mehr nachweisbar, bei den bis zu 0,025 mm Drehm. hinabsinkenden Körnern ist es sogar oft zweifelhaft, ob sie dem Feldspathe oder dem Quarze zugehören; solche kleine Körner treten jedoch nur in spärlicher Menge zwischen den andern Körnern auf; noch feinerkörnige und seltnere zwischengeklemmte Gemenge dürften secundär sein. — *Quarz* ist in regellos geformten Körnern von 0,01 bis über 0,3 mm Grösse, mit den bekannten, oft nur spärlich vorhandenen Einschlüssen (Glaseinschlüsse sind wegen zu geringer Grösse nicht nachzuweisen), ziemlich reichlich vertreten. *Grüne* feinfasrige (0,004 mm Faserdrehm.) *Hornblende* ist meist schon zu Chlorit umgebildet, welcher sich zum Theil auch auf den zahlreichen Rissen der grossen Feldspathe abgelagert hat; innerhalb der farblosen Gemengtheile finden sich sehr verbreitet wahrscheinlich dieser Hornblende zugehörige, meist nur 0,001 bis 0,002 mm dicke und 10 bis 20 mal so lange Mikrolithe, welche oft farblos, häufiger von grünlichem Tone und zuweilen erkennbar pleochroitisch (blaugrün parallel c) sind. Mit jener zuweilen verwachsen und mindestens ebenso häufig tritt auch *braune Hornblende* hier auf in gewöhnlich vielfach durchwachsenen, noch regelloser geformten Krystalloiden als in Nummer 9; nur kleinere Stengel-Querschnitte zeigen zuweilen gesetzmässige Begrenzung, $\infty P + \infty P' \infty$, die bis 0,5 mm langen grösseren sind meist allseitig regellos begrenzt. Neben ihr findet sich hier aber auch brauner *Glimmer*, in z. Th. grossen Tafeln, meist aber in kleinen Fetzen und anscheinend auch Mikrolithen; mit den Hornblenden, sowie mit Erz und Apatit, tritt er zuweilen zu innigen Haufwerken zusammen. Augit sowie Titanit konnten nicht nachgewiesen werden; dagegen finden sich verhältnissmässig recht reichlich und gleichmässig durch das Gestein verbreitet, aber besonders gern dem Erz vergesellschaftet, farblose Körnchen von sehr oft rechtwinkligem Querschnitte und nur 0,01 bis 0,05 mm Grösse, die dem *Zirkon* zugehören dürften.

Opakes *Erz* in ganz regellos geformten, meist nur 0,01 mm grossen, aber auch bis über 1 mm Drchm. erreichenden Körnern und Körnerconcretionen, Wülsten etc., zuweilen ersichtlich mit schmalem Leukoxen-Rande, ist gleichmässig durch das Gestein verbreitet; nicht selten sieht man Schwärme kleiner Körner desselben grössere Glimmertafeln umkränzen, innerhalb welcher, seltener in Hornblende, es auch gröberkörnige Concretionen bildet. *Apatit* ist ebenfalls verhältnissmässig reichlich in dicken und dünnen Säulen vertreten; von ihnen enthalten einzelne die aus den Feldspath-Einsprenglingen beschriebenen trichitischen Gebilde und zwar so, dass die Stäbchen parallel der Säulenaxe lagern und man in Querschnitten nur ein dicht bestäubtes Feld, von einem schmalen, wasserklaren Rand umzogen, sieht; bei geringer Vergrösserung haben diese bestäubten Querschnitte einen bläulichen Farbenton; ob solche Bestäubung nur den in bestäubten Feldspathen eingelagerten Apatitsäulen eigen ist, wie nach der Beobachtung eines dicken und eines dünnen Längsschnittes wahrscheinlich erschien, liess sich nicht nachweisen; 7 entsprechende Querschnitte zeigten sich mit einer Erz-Concretion und etwas Hornblende vergesellschaftet.

(Fortsetzung folgt.)

Om subfossile og forhistoriske knokkelfund af pattedyr i Norge

af

G. A. Guldberg,

universitetsstipendiat og conservator ved det zootomiske museum.

(Foredraget i den naturhistoriske Forening i Christiania den 3die Nov. 1884).

Da Norge som bekjendt ikke fremviser noget spor af tertiærtiden, og hele landet under istiden var bedækket med gletscher og snemasser, finder man heller ingen levninger af høiere hvirveldyr, end sige af pattedyr, der ikke tilhører landets nuværende fauna.

De knokkelfund, der kan betragtes som levninger fra den umiddelbart efter istiden følgende periode og således benævnes »subfossile«, ligesom de, der skriver sig fra den forhistoriske tid, har hidtil været temmelig sparsomme.

Imidlertid frembyder enkelte af dem en vis interesse, og jeg skal i det følgende give en oversigt over de hidtil gjorte fund af denne art her i landet, såvidt som kundskaben om disse enten i litteraturen eller ved egne undersøgelser har været tilgængelig.

Efter de hidtil gjorte undersøgelser har som bekjendt landet vist en sågodtsom stadig stigen; det er derfor naturligt, at de levninger af havpattedyr, som man har fundet i en større høide over havet, må for vort lands vedkommende ansees for de ældste i sit slags. De i det følgende anførte fund angår også væsentlig *havpattedyr*, hvorpå man allerede for længere tid tilbage har været opmærksom.

I 1715 omtaler således Ramus i sin Norges beskrivelse, at der i 1683 blev fundet et hvalskelet i hård lere ved sagbrugene i Tistedalen ovenfor Fredrikshald. Høiden over havet angives ikke.

I 1861 foreviste bergmester Dahll i videnskabsselskabet en hvirvel og et ribben af en finhval (*Balænoptera*), der var funden

på ydre Flekkerø ved Christianssand. Findestedet var en sump mellem 10 á 12 meter høje fjeldpartier, omtr. $3\frac{1}{2}$ meter over havet. Myren stod ved en smal rende i forbindelse med havet. Ved siden af fandtes skallene af flere nutidsmollusker.

Prof. M. Sars omtaler i universitetsprogramet for 1864 »om de i Norge forekommende fossile Dyrelevninger fra Kvartærperioden« et finhvalskelet (*Balænoptera*), der var fundet i sandblandet ler omgivet af myrjord. Findestedet var på gården Østeråt på Ørlandet i Throndhjems stift. Skelettet havde en længde af 16—20 fod (i så tilfælde sandsynligvis en *Balænoptera rostrata*, O. Fabr.). Stedet lå 6 á 10 meter over havet og 3000 meter fra søen.

Ligeledes nævner prof. M. Sars et hvalskelet, fundet 1862 i et sand- og jordlag på gården Bodalen på Averø ved Christianssand. Findestedet lå 630 m. fra søen og 15 á 16 m. over havets niveau.

Prof. R. Collett omtaler i sine »Bemærkninger om Norges Pattedyrfauna« (»Nyt Mag. f. Naturvidensk.« 1876, pag. 168), at der høsten 1875 blev fundet et hvalskelet i Rødø præstegjæld i Nordland. Imidlertid er dette skelet hidindtil ikke bleven undersøgt.

I marts måned 1878 blev der ved jernbanearbeidet i nærheden af Holmestrand gjort et større fund af delfinknokler, der tilhørte arten *Delphinus albirostris*, I. E. Gray, desuden nogle enkelte hvirvler af vor almindelige nise, *Phocæna communis*, Less. Stedet lå ca. 940 meter fra søen i et dalføre, der strækker sig fra en liden bugt, Mulviken, i en højde af 43 meter over havet; knoklerne lå $2\frac{2}{3}$ meter under jordoverfladen. Der blev samlet knokler af mindst 20 individer, som altså havde strandet der. Levningerne opbevares på universitetets zootomiske samling. (Forøvrigt cfr. G. A. Guldberg: Bidrag til kundskaben om *Delph. albirostris*, Gray, Christiania Vidensk. Selsk. Forh. 1882, no. 3).

Tidligere har man gjort flere fund af denne delfinart, således i 1864 ved gravninger i Lakkegaden i Christiania, hvor man fandt nogle tænder af samme; endvidere opbevares der i d. zootom. samling et cranium fra 1863, der bærer mærke efter at have ligget særdeles længe i jorden, idet knokkelsubstansen har denne dels brunlige dels forvitrede karakter, der er karakteristisk for ben, som efter længere tids henliggen i jorden kommer op i dagen og udsættes for afvejlende fugtighed og tørke. Findestedet står desværre ikke angivet i catalogen.

På den zootomiske samling opbevares der også et stykke af et hvalribben, som blev funden i Oslo 1838. Efter størrelsen og de anatomiske forholde at dømme må det have tilhørt en af de større finhvalarter.

Ligeledes opbevares der i ovennævnte samling fra gammel tid af et subfossilt cranium af *Orca gladiator*. Speciminet er meget defect. Desværre har jeg ikke kunnet indhente nogen oplysning om, hvorfra det skriver sig.

Af større interesse er de hidtil fundne sparsomme levninger af kaskelotten eller spermacethvalen (*Physeter macrocephalus*, L.).

Prof. R. Collett beskriver i sin ovenanførte afhandling en kaskelottand, funden ved pløining i 1875 på Bjarkø i Senjen; tanden opbevares i Tromsø museum.

Ved at undersøge en del gamle defecte hvalknokler, som i mange år har været opbevarede på det zootomiske museum, henvendtes min opmærksomhed på 2 meget forvitrede benblokke, som det ikke syntes at være muligt at stille nogen diagnose over. Ved at lægge dem sammen viste det sig, at de dannede de sammenvoxede corpora vertebralia af en halshvirvelsøile, nemlig 2den til 7de halshvirvel; atlas manglede. Idet jeg sammenlignede dem med tilsvarende dele af *Balæna biscayensis*, var uligheden strax fremtrædende og det var senere ikke vanskeligt at constatere, at disse benblokke måtte have tilhørt en *Physeter macrocephalus*. De viste sig at være blevne benyttede til huggestabber, hvilket på Vestlandet ikke er så sjældent med store hvalhvirler.

Efter afdøde prof. Esmarks udsagn skulde disse være fundne i jorden (dybde?) på landets sydlige vestkyst. Nogen nærmere angivelse af stedet eller når de er fundne, har det ikke været muligt at skaffe nærmere oplysninger om.

Man vil ikke så sjelden i landets nordlige egne høre fortælle, at der skal ligge store hvalknokler på forskjellige bjerghøider. Ved at undersøge på et par steder hvorvidt disse fortællinger holder stik, har jeg intet positivt kunnet finde; derimod vil man forholdsvis hyppig i Finmarkens amt, både i den østre og vestre del, finde forvitrede hvalben i en ganske ringe høide over havet. Ved Vardø har jeg således i circa 15 meters høide over havet fundet levninger af *Balæna biscayensis* foruden af flere finhvalarter.

Af de hidtil gjorte enkelte fund af andre pattedyr er der intet, såvidt bekendt, der tør siges at skrive sig fra en så langt tilbage liggende periode, at de kan benævnes »subfossile«. Kun

bør i denne forbindelse omtales et mærkeligt fund, der vidner om en temmelig tidlig forekomst af en for vor fauna sjældnere dyreart, nemlig hjorten.

På det zootomiske museum opbevares et meget stort exemplar af et hjortehorn, vistnok lidt defect, som ved grøftegravning blev fundet 1 meter nede i jorden på gården Belsvåg i Alstadhaug, Nordlands amt, i året 1856. Dets store tykkelse og længde i sammenligning med andre hjortehorn fra indenlandske eksemplarer, tyder på, at det må have tilhørt et meget kraftigt individ.

Fornylig blev der indsendt til universitetsmuseet et cranium og nogle skeletdele af almindelig landbjørn (*Ursus arctos*, L.). Disse var fundne på gården Tofsrud i Løiten, 1,7 meter dybt, i den ene kant af et mergellag ($\frac{1}{3}$ meter dybt). Noklerne viste sig at tilhøre et ungt individ; man kunde således tydeligt erkjende grændselinierne mellem epiphyse og diaphyse på de lange extremitetknokler.

Fra den *forhistoriske* tid er der gjort enkelte fund, der kan have sin interesse at omtale.

I forskjellige *lappiske kjökkenmøddinger*, hvis dyrelevninger jeg ved hr. professor Ryghs velvillie har fået til undersøgelse, har særlig nokler af den almindelige nise, *Phocaena communis*, Less, og tildels også af en mindre finhvalart, sandsynligvis *Balenoptera rostrata*, O. Fabr., ikke været sjeldne. Sammen med disse fandtes der levninger af de mest tranrige søfugle, f. ex. alke (*Alca torda*, L.), teiste (*Uria grylle*, L.), lom (*Colymbus arcticus*, L.), medens nokler af rensdyr, sæler og hunde forekom i størst mængde.

I de af hr. underbibliothekar A. Kjær og dr. Reusch undersøgte *huler* på Søndmør, navnlig Sjonghelleren, der ligger $\frac{1}{2}$ mil fra Ålesund, er der i $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ meters dybde, ved siden af nogle menneskeben, fundet nokler af heste, køer, får, gjeder, elge, hjorte, svin og hunde.

Hr. universitetsstipendiat O. S. Jensen har for en del år siden undersøgt en del af disse nokler; han gjør opmærksom på, at 3 stykker hjortehorn viste flader efter snit; det ene af dem var brændt; 4 stykker elghorn havde ligeledes snitflader og hak, der var frembragte ved skarpe metalinstrumenter. Senere har jeg havt anledning til at undersøge disse fund og kan constatere hr. stipendiat Jensens udtalelser.

I forbindelse hermed skal jeg også tilføie nogle bemærkninger om de i Sjonghelleren fundne menneskeknokler. Disse består af forskellige brudstykker af cranier, en vel conserveret hel underkæve med udmærket vedligeholdte ægte molartænder, der viser sig temmelig flade ved slid, nogle brudstykker af underkæve, 3 halshvirvler, 2 ryghvirvler og 1 lændhvirvel, den høire halvdelen af et bækken (*os inominatum*) samt 2 ossa calcanei. Af de ufuldstændige og fåtallige cranieknokler kan man ikke slutte noget sikkert, om det tilhører den dolichocephale, mesaticephale eller brachycephale type; derimod kan man med sikkerhed constatere orthognathisme. Cranieknoklerne udmærker sig ved sin robusthed og tykkelse, suturerne er stærkt tandede.

Alle disse hulefund skriver sig fra den ældre jernalder.

Af ovenstående meddelelser vil man se, hvor sparsomme vore kundskaber af denne art er. Skjønt man jo ikke kan vente at finde andre former på nogle undtagelser nær end de, som den nuværende fauna opviser, har det dog sin interesse, at opmærksomheden er henvendt på denne ting; særlig vil fund af menneskeknokler, der skriver sig fra en fjernliggende tid, have en ikke ringe betydning såvel i arkæologisk som anthropologisk henseende.

Det vilde være ønskeligt, at enhver, der træffer på sådanne levninger, vilde drage omsorg for, at de bliver indsendt til universitetet.

The Norwegian North-Atlantic Expedition.

Preliminary Report*)

by

D. C. Danielssen.

Alcyonida.

Vöringia mirabilis n. g. et n. sp.

Generic characteristics.

The Zoanthodem arborescent. The stem coriaceous, cylindrical; has strongly marked, wide, longitudinal ducts, and a membranaceous basal part. The branches arranged around the stem, and thick; these branches, again, closely beset with branchlets, that carry a greater or smaller multitude of polyps, which are retractile. The stem, and the branches, rich in calcareous spicules of varying forms. The polypes on the body, as well as on the tentacles, are furnished with closely-set spicules. In the connective tissue of the gullet, spicular series. Septa non-calcareous.

Specific characteristics.

The Zoanthodem measures up to 200 mm in height and, down towards the basal part, up to 80 mm in circumference. The branches arranged around the stem, thick; closely beset with branchlets, which carry such a large multitude of polyps that the

*) The complete Memoir on the Alcyonoids collected during the expedition is in course of preparation, and will be accompanied with about 18—20 Plates. Its publication may be expected about May or June of the approaching year.

D. C. Danielssen.

branches are quite concealed. The stem, which its branches, rich in calcareous spicules. The body of the polyps furnished with 8 double series of spicules which, on the anterior part, form, partly, straight, partly, bent, spicate fusees; and, on the posterior part, complex stellates, spicate bi-stellates, and cruciforms. The tentacles rich in spicules; their basal part, either, devoid of pinnules, or these are very minute and dispersed. The pinnules non-calcareous. The gullet has 8 series of spicules. Colour: Pale-yellow.

Habitat. 76° 19' N. L.; 18° 1' E. L. — Depth: 267 m. Temperature: 1,1 C. Hard bottom.

Vöringia fruticosa (Sars) m.

Alcyonium fruticosum. M. Sars. *Fauna littoralis Norvegiæ.* 3 Hefte, pag. 81, Tavle III, Figs. 8—11.

Specific characteristics.

The Zoanthodem measures up to 100 mm in height and, down towards the basal part, up to 30 mm in circumference. Stem cylindrical. The branches short, and arranged around the stem. Branchlets—upon which polyps—not numerous, and placed dispersedly. The stem and branches calcareous. The polyps long, cylindrical; their body furnished with 8 double series of spicules which, upon the anterior portion of the body, consist of partly, bent, partly, straight, spicate fusees, and, on the posterior portion, of spicate rollers, and peculiar cruciforms. The tentacles long, and furnished, right down to the root, with pinnules. The tentacles, as well as the pinnules, are furnished with spicules on their aboral surface, of which, several—especially upon the pinnules—are peculiar. The gullet is furnished with 4 series of spicules placed far apart from each other, forming, partly, short spicate fusees with acuminate extremities, partly, quadruplets in various cruciforms. Colour: pale rose-red to red-lead colour.

Vöringia abyssicola n. sp.

Specific characteristics.

The Zoanthodem measures 70—80 mm in height. The basal part is 25 mm in circumference. The stem, otherwise, is pretty

narrow, and strongly grooved longitudinally; its uppermost two-third parts is, round about it, furnished with branches; the lowest third part has none but, in this situation, a few polyps spring direct from the stem. The branches are somewhat dispersed and, usually, ramous. Both, upon the branchlets and upon the non-ramous branches, the polyps appear in groups. The stem, the branches, and the branchlets are extremely rich in calcareous spicules. The polyps are long and cylindrical; very rich in spicules; and are furnished with 8 projecting ribs. On the anterior body, the spicules are placed, almost erect, in 8 double series, and are formed, principally, of spicate, partly, bent, partly, straight, fusees. On the posterior body, the spicules are placed transversally, and have the form of wart-shaped rollers, bi-stellates, quadruplets, and spicate fusees. The tentacles, and the pinnules, are completely ensheathed with spicules of various forms. The gullet furnished with 8 closely-set double series of, principally, spicate fusees. Colour: yellow, shading a little to brownish.

Habitat. Three specimens. $69^{\circ} 46'$ and $71^{\circ} 25'$ N. L. $16^{\circ} 15'$ and $15^{\circ} 41'$ E. L. Depth, 1187 and 1134 m. Temperature, 0,7 and 1,0 C. Bottom. — Sabulous clay, and clay.

Vöríngia polaris n. sp.

Specific characteristics.

The Zoanthodem measures up to 110 mm in height, and has a basal part which terminates, sometimes, in cylinder-form, sometimes, in discoid-form. The stem is cylindrical; longitudinally grooved; pretty hard, and furnished with branches which begin to shoot out a short distance above the basal part. The branches are placed pretty far apart from each other; thick, with truncated extremities; they are richly beset with polyps which, partly, group themselves together and, in that manner, form the branchlets. The polyps are chalice-formed and measure 8 mm in length, of which the tentacles compose about a third part. The stem, branches, and polyps are rich in calcareous spicules. The spicules appear, upon the basal part, the stem, the branches, and partly, upon the posterior body of the polyps, principally, in the bi-stellate form, and, on the anterior body, as fusees. The form of the species varies pretty considerably, but the spicular arrangement and form

is always the same. The gullet furnished with 8 single longitudinal series of spicules. Colour, principally, Salmon-red.

Habitat. One specimen. 64° 2' N. L. 5° 35' E. L. Depth 911 m. Temperature 1,1 C. Bottom, Clay. Another specimen, somewhat smaller; 72° 27' N. L., 35° 1' E. L. Depth 249 m. Temperature 0,0 C. Bottom, Clay. A similar specimen; 74° 54' N. L., 14° 53' E. L. Depth 1203 m. Temperature 1,2 C. Bottom, Clay. A few specimens; 79° 59' N. L., 5° 40' E. L. Depth 839 m. Temperature 1,0 C. Bottom, Clay.

Vöringia pygmæa n. sp.

Specific characteristics.

The Zoanthodem measures up to 35 mm in height; has a discoidally formed membranaceous basal part that incloses, partly annelid tubes and, partly, lumps of coral. The stem is thick; diminishes a little, in thickness, towards the summit, which latter is closely beset with polyps; from the base to the summit it is furnished, round about it, with thick grooved branches richly beset with polyps which, occasionally, are placed in groups on thick short branchlets. The polyps are cylindrical, and somewhat broadest in the anterior body; they measure up to 10 mm in length, and are furnished with 8 longitudinal ribs. The tentacles measure 3—4 mm in length, the pinnules are pretty short, and both are surrounded by spicules on their aboral surfaces. The gullet has 2 series of spicules on each side; the dorsal and ventral sides are devoid of spicules. The entire Zoanthodem rich in spicules. In the basal part, complex stellates are most common; in the stem and branches the bi-stellate is most common; whilst in the polyps the fusee and bi-stellate are the most frequent spicular forms. Colour: Pale, yellowish-red:

Habitat. 3 specimens. 66° 41' N. L., 6° 59' E. L. Depth 640 m. Temperature 0,9 C. Bottom, Coarse clay.

In a previous work by the late Dr. Koren and myself, »Bergens Museum. Nye Alcyonider, Gorgonider og Pennatulider, tilhørende Norges Fauna, ved J. Koren og D. C. Danielssen, »Bergen 1883« we have, at page 3, proposed the Genus *Duva* and characterised it thus: —

»The Zoanthodem arborescent, strongly branched. The basal part of the stem thick; the main branches long, soft, and flexible; they, either, ramify into branchlets, and these again into several stalks each carrying on its extremity several polyps, or they remain without any ramification, but then, also, carry on their extremity a collection of polyps which are, partly, concreted together at the base, partly, separated by a narrow sarcosoma. The polyps are non-retractile, short, but well developed, and are furnished with long, fusiform spicate spicules. The branches, and branchlets, noncalcareous. The spicules of the stem, partly, multi-radial short fusees, partly, plain bi-stellates invisible to the naked eye. Septa noncalcareous.«

Subsequent examinations have shown the necessity of making some changes in that generic character. There have, for instance, been found, during the Norwegian North-Atlantic Expedition, no less than 8 new species which I find must be assigned to the genus *Duva*, although several of them differ from the generic character originally stated, in the fact that calcareous spicules are found, both, in the stem, and in the branches. I do not consider it necessary to form a new genus for these because, with exception of the calcareous deposit in the stem and branches, they have, both in their external and internal structure, so much in common that a separation into two genera could not be maintained.

To this has to be added that, in a few species, I have found indications of transition stages, in so far that, either, in the stem, or in the branches, there have been few, scattered, spicules, for which reasons such colonies can scarcely be assigned to either of the two genera, but must be situated intermediately between them. But, in order to simplify the revision, I have considered it prudent to classify the genus in two subdivisions — the one subdivision including the species in which the greater part of the zoanthodem, stem, and all the branches with their ramifications, are devoid of spicules; and the other subdivision including the species in which the entire zoanthodem is furnished with spicules.

In consequence of this the generic characteristics of »*Duva*« will, now, be stated thus: —

The zoanthodem arborescent, ramous. The branches bare, for a greater or lesser distance from the stem; become ramified into branchlets, each of which carries on its extremity several polyps, which are, partly, concreted together at the base, partly,

separated by a narrow sarcosoma. The polyps non-retractile, well developed, and richly supplied with spicules, especially on the whole of the dorsal side. The entire zoanthodem is, either, rich in spicules, or the greater part of the stem and, also, the branches and branchlets, are devoid of them. Septa noncalcareous.

Subdivisions.

- A. The entire Zoanthodem containing spicules. To this subdivision pertain:

Duva arborescens n. sp.
— *aurantiaca* n. sp.
— *frigida* n. sp.
— *glacialis* n. sp.

- B. The greater part of the stem and the branches with their ramifications, devoid of spicules. To this subdivision pertain:

Duva spitzbergensis n. sp.
— *violacea* n. sp.
— *flava* n. sp.
— *cinerea* n. sp.

Duva arborescens n. sp.

Specific characteristics.

The Zoanthodem measures up to 120 mm in height; and the stem 60 mm in circumference, at the base. Grooved longitudinally; ramous, from a point commencing about 20 mm above the base and thence to the summit. The basal part is coriaceous and not particularly dilated. The branches bare, much ramified; the extreme branchlets carry 3—5 polyps. The stem, the branches, the branchlets, and the stalks (the extreme ramification), furnished with calcareous spicules of variable forms. The polyps elongate, cylindrical, with a rather long posterior body. The entire body of the polyp furnished with 8 double series of spicate, partly, fusiform, partly, sub-claviform spicules, amongst which a few cruciform quadruplets visible. The tentacles devoid of spicules. Colour; yellow, shading a little towards red.

Habitat. A small specimen; 74° 53' N. L., 15° 55' E. L.

Depth, 329 m. Temperature, 2,5 C. Bottom; Clay, sand. A larger specimen; 78° 48' N. L., 8° 37' E. L. Depth 199 m. Temperature, 1,1 C. Bottom; Clay.

Duva aurantiaca n. sp.

Specific characteristics.

The Zoanthodem measures up to 75 mm in height. The stem rather stiff, longitudinally grooved; measures 40 mm in circumference at the base, terminates, upwards, in two, thick, short branches. The basal portion firm, coriaceous, and not particularly dilated. The stem, round about it, furnished with, somewhat dispersed, branches, alternating in length and thickness. The branches, pretty stiff, ramify, occasionally, into branchlets which, again, ramify into thin small stalks, and each of these carries 4—8 polyps, of which, sometimes, 2, and sometimes, 3 are concreted together at the base. The stem, the branches, the branchlets, and the stalks, rich in spicules. The polyps are short and thick. Along the entire dorsal side of the body 6 spicular series, extending up to the tentacles. On the ventral side, 2 short spicular series which become absorbed in a broad belt on the Ventrum; above, and below, this belt, no spicules. The spicules have an extremely variable form, but cruciform quadruplets are the most frequent. Colour: the stem and the branches, dark orange-yellow. The polyps, intense violet.

Habitat. One specimen. 78° 2' N. L., 9° 25' E. L. Depth, 761 m. Temperature, 0,8 C. Bottom, Clay.

Duva frigida n. sp.

The Zoanthodem measures up to 22 mm in height. The stem is longitudinally grooved, cylindrical, and, from a couple of millimetres above the base, is closely beset, round about, with branches, so that it is almost concealed. The branches, bare to the extremity, at which point they, usually, ramify into 3 branchlets each of which carries 6—7 polyps. These are cylindrical, with dilated anterior body, and elongate posterior body; they are 7—8 mm in length, and richly beset with spicules in form

of spicate fusees, foliaceous sub-clavates, and quadruplets. The tentacles are about half the length of the body, and are, on their aboral side, right out to the extremity, furnished with transversal, almost flat, spicate spicules. The spicules of the basal part consist of clavates, sub-clavates, bi-stellates, fusees, rollers, and quadruplets. The stem is less rich in spicules, but the branches, and the branchlets, are richly furnished with them, in the form of fusees, quadruplets, twins, and rollers. Colour: yellow.

Habitat. Four specimens. 64° 36' N. L., 10° 22' W. L. Depth 547 m. Temperature, 0,3 C. Bottom; Dark-grey clay.

Duva glacialis n. sp.

The *Zoanthodem* measures up to 70 mm in height. The stem, at the base, measures 70 mm in circumference; is cylindrical, grooved, and diminishes rather abruptly in thickness. The basal part membranaceously dilated. Immediately above the basal part a few, thin, short branches carrying several polyps occur. The main branches commence farther up the stem, are thick and placed farther apart from each other; at a short distance from the stem, they ramify into 2, and each of these, again, ramifies into 3—4 branchlets, each of which carries 4—6 polyps. These are cylindrical, and 5 mm in length. The anterior body is somewhat dilated. The posterior body narrow, rather elongated. The body of the polyps, and the 4 dorsal tentacles, furnished with spicules. The entire *Zoanthodem* rich in spicules. In the basal part, the spicules appear, principally, in the form of protuberating beams, between which, columns, sub-clavates, quadruplets, and a few fusees occur. In the lower half-part of the stem, bi-stellates, sub-clavates, and fusees are the most frequent; and in the other half-part, quadruplets are more frequent than in any other part of the colony. In the polyps, the fusi-form is the most frequent. Colour: pale-yellow, shading a little towards red.

Habitat. One largish, and one smaller specimen. 68° 21' N. L., 10° 40' E. L. Depth, 836 m. Temperature, 0,7 C. Bottom; Sabulous clay.

Duva Spitzbergensis n. sp.

This has so much in common with *Duva arborescens* that it is almost impossible to distinguish them, from each other, macroscopically, but if a powerful magnifying glass is used it will immediately become apparent that, whilst *Duva arborescens*, has, everywhere, calcareous spicules in the zoanthodem, *Duva spitzbergensis* is devoid of them, in most of its parts, and, therefore, approaches more to *Duva rosea*, m. but from which it is distinguished, however, in several respects.

Specific characteristics.

The Zoanthodem measures up to 110 mm in height. The circumference of the stem, at the base, is 45 mm; it is longitudinally grooved, cylindrical, and, from its basal part to the summit is encompassed by branches; the basal part smooth; the branchlets bare and strongly ramified; the outermost branchlets carry 3—6 polyps. In the basal part of the stem, minute dispersed spicules, appearing as spicate fusees with pennate dilations, and as cruciform quadruplets. The entire remainder of the stem, with its branches and branchlets, devoid of spicules. The polyps cylindrical, with long posterior body. The body of the polyps furnished with 8 double series of spicules, of which, the 2 series on the ventral side are very short, whilst, the 2 series on the dorsal side occupy, almost the entire length of the polyp. The spicules of the body appear as spicate fusees, spicate sub-clavates, and cruciform quadruplets. The tentacles have, on the base of their aboral surface, spicules which are a continuation of the spicules of the body. Colour; pale yellowish red. The polyps almost pellucid, with a faint reddish tinge imparted from the gullet. The tentacles darker in colour.

Habitat. One largish, and one smaller specimen. 78° 48' N. L., 8° 37' E. L. Depth, 199 m. Temperature, 1,1 C. Bottom; Clay.

Duva violacea n. sp.*Specific characteristics.*

The Zoanthodem measures up to 80 mm in height. The stem ramifies, at a little distance above the base, into two parts,

of which, the one part is somewhat thicker than the other. The basal part is 70 mm in circumference; and from it, a couple of extremely short, thin, branches shoot out, on whose extremities there are 3—4 polyps. From the 2 stems many, larger and smaller, branches proceed, which become several times ramified; the outermost branchlets carry 3—6 polyps on their extremities, and, of these, sometimes 2, and sometimes 3, are concreted together at the base. The stems, and the branches with their ramifications, are non-calcareous; only the basal part possesses spicules, of which, the bi-stellate is the most frequent form. The polyps are rather short, and are furnished with spicular series which, on the dorsal side, occupy the entire length of the body, but on the ventral side occupy, only, the uppermost half-part of it. The spicules have, principally, the form of spicate fusees, sub-clavates, twins, and quadruplets. Colour; the stem, and the branches, violet, shading a little towards yellow. The polyps intense violet.

Habitat. One specimen. 78° 2' N. L., 9° 25' E. L. Depth 761 m. Temperature, 0,8 C. Bottom; Clay.

Duva flava n. sp.

Specific characteristics.

The Zoanthodem measures up to 35 mm in height. The stem, cylindrical, longitudinally furrowed; 20—25 mm in circumference at the base, diminishing, a little, in thickness, upwards. The basal part thin, and membranaceously dilated. The stem, right from the base up to its summit, beset with short, thick branches which, as a rule, ramify, a few millimetres beyond their root, into 3—4 smaller branches; these again ramify into many branchlets each of which carries 6—7 polyps. The latter are claviform, and measure 4 mm in length. The body of the polyps measures 2,5 mm in length, and is richly furnished with spicules which, upon the anterior body, arrange themselves in series that terminate at the root of the tentacles. The tentacles are, almost, as long as the body, and are devoid of spicules. The spicules, in the basal part and the lowest part of the stem, appear, principally, in the form of spicate, warty, bent or straight, fusees, also as very complex stellates. Between them, occasional bi-stellates, sub-clavates,

and quadruplets, are visible. In the body of the polyps, the fusi-form is the most frequent. Colour; strong straw-yellow.

Habitat. Several specimens. 69° 46' N. L., 16° 15' E. L. Depth, 1187 m. Temperature, 0,7 C. Bottom. Sabulous clay.

Duva cinerea n. sp.

Specific characteristics.

The Zoanthodem measures up to 28 mm in height. The stem is cylindrical, grooved, and measures about 20 mm in circumference at the base but diminishes in thickness up towards the summit at which point it ramifies into 2 branches, which again ramify into branchlets, each carrying groups of polyps. The basal part is thick, firm, and somewhat dilated. Immediately above the basal part, and up to its summit, the stem is, round about it, furnished with short, thick, branches, placed pretty far apart from each other and, of these, several, quite at their root, ramify into two, which again ramify into numerous branchlets, each carrying 6—7 closely-set polyps; other branches — and these the greater number — ramify, a couple of millimetres beyond their roots, into many short, and crowded branchlets, each of which carries a similar number of polyps. These are chalice-formed, and measure 3 mm in length; they have a short, narrow posterior body, in which the spicules arrange themselves in longitudinal series. The aboral side of the tentacles is furnished with spicules which, upon the lowest half-part, are placed longitudinally, and, on the uppermost part, transversally. In the basal part, complex stellates, and pennate, dilated, spicate fusees are the most frequent spicular forms. The lowest part of the stem is poor in spicules. The remainder of the stem and, also, the branches with their ramifications, are devoid of spicules. The body of the polyps is rich in spicules, which appear, principally, in the fusi-form. The colour of the stem, and the branches, is greyish-green; the polyps greyish.

Habitat. One specimen. About 69° 14' 1" N. L., 14° 42' 50" E. L. Depth, 548 m. Temperature, 4,0 C. Bottom; Clay, shingle.

Drifa hyalina n. g. et sp.*Generic characteristics.*

The Zoanthodem arborescent, ramous. The main branches thick, and from them shoot out, everywhere, branchlets, closely beset with polyps. The polyps non-retractile, elongate, with well developed posterior body. The stem, the branches, the branchlets, and the polyps, rich in calcareous spicules, of which, the sub-claviform is the most predominant. Septa noncalcareous.

Specific characteristics.

The Zoanthodem measures up to 80 mm in height. The stem longitudinally grooved, ramous, and 40 mm in circumference at the base. The basal part firm, coriaceous, and not dilated. The stem uniform in thickness throughout, but dilates a little at the summit, where it carries 3 groups of polyps. The main branches, everywhere, rich in branchlets closely beset with polyps. The stem, and all of the branches, rich in calcareous spicules. The polyps measure up to 8 mm in length, are nonretractile, have a long posterior body, and are, as it were, encapsuled in sub-claviform spicules. Colour; rose-red.

Habitat. One specimen. 74° 53' N. L., 15° 55' E. L. Depth, 329 m. Temperature, 2,5 C. Bottom; Clay, sand.

Drifa islandica n. sp.

The Zoanthodem measures up to 60 mm in height. The stem measures, at its base, 45 mm in circumference, is longitudinally grooved, and, from the basal part to the summit, is furnished, round about it, with closely-set branches. The basal part is coriaceous, and discoidally dilated. The branches thick, cylindrical, grooved, and are, quite from their root, closely beset, partly, with branchlets, partly, with isolated polyps. The branchlets short, thick, and, everywhere, carry polyps, arranged in closely-set groups having the appearance of clusters of grapes. The stem, the branches, and the branchlets, rich in calcareous spicules. The polyps are infundibuli-form, and measure 8—9 mm in length. The anterior body, towards the tentacular margin, is strongly dilated. The posterior body is long and narrow. The entire body rich in

spicules consisting, principally, of foliaceous sub-clavates, but, up towards the tentacular margin, there is, between the tentacles, a triangular space devoid of spicules. The tentacles well furnished with spicules of variable form, whilst, the pinnules are devoid of them. The zoanthodem is, everywhere, closely beset with nematocysts. Colour; light chestnut-brown, with intense dark-brown pinnules.

Habitat. One specimen. 64° 36' N. L., 10° 22' W. L. Depth, 547 m. Temperature, 0,3 C. Bottom; Dark-grey clay.

Nannodendron elegans*) n. g. et sp.

Generic characteristics.

The Zoanthodem arborescent. The stem hard, grooved, from the base to the summit beset, round about it, with hard, stiff, lobate, clavi-form branches that close in, compactly, to each other, and are, everywhere, richly beset with polyps. The basal part hard, coriaceous, and discoidally dilated. It, as well as the stem and the branches, is rich in spicules. The polyps retractile, cylindrical, and rich in spicules. The tentacles about half the length of the body of the polyp, and their entire aboral side richly furnished with spicules. In the stem, and the branches, zooids, everywhere. The gullet of the polyps furnished with spicules.

Specific characteristics.

The Zoanthodem measures up to 35 mm in height. The stem cylindrical, hard, longitudinally grooved; measures about 40 mm in circumference at the base, diminishing gradually, a little, in thickness, up towards the summit at which point it ramifies into 3—4 branches; it is beset, round about it, from the base to the uppermost extremity, with clavi-form, lobate, hard branches which are, everywhere, furnished with polyps. The branches close compactly together and, almost, quite cover the stem. The basal part hard, coriaceous, and discoidally dilated. The polyps cylindrical, with a rather short posterior body. In the stem, and the branches, zooids, everywhere, also, over the entire Zoanthodem, nematocysts. The spicules of the basal part form, most frequently, bi-stellates and complex stellates. On the

*) *ναννος*, a dwarf, *δενδρον*, a tree.

stem and the branches, complex stellates, foliaceous clavates, and rosettes, are the most frequent forms, and, in the polyps, long, bent or straight, spicate fusees, and spicate cones are the most frequent. Colour; yellow, shading a little to brown.

Habitat. One largish, and one small specimen. 71° 42' N. L., 37° 1' E. L. Depth, 271 m. Temperature, 1,4 C. Bottom; Clay, stones.

Fulla Schiertzi n. g. et sp.

Generic characteristics.

The Zoanthodem is arborescent. The stem somewhat adpressed, has a distinct bilateral symmetry; is bare on two sides (the ventrum and the dorsum); from the other two sides (lateral) branches spring, all of which are bare on the side corresponding to the dorsum. The polyps—which shoot out, sometimes, singly, and sometimes, in groups from the sides of the branches—generally, retractile, and elongate. The dermal covering of the zoanthodem is, everywhere, well supplied with spicules, which appear, throughout, in the bi-stellate form. On the anterior body of the polyps alone does the fusi-form appear. The gullet contains spicules.

Specific characteristics.

The Zoanthodem measures 60—70 mm in height; has a somewhat dilated, spongy, basal part. The stem, almost cylindrical, longitudinally grooved, measures 30—35 mm in circumference at the base, diminishing, gradually, towards the summit, where it ramifies into two branches, is almost bare on two of its sides (the ventrum and the dorsum). The branches shoot out along the sides of the stem, from the basal part to the summit, and are placed pretty far apart from each other; they are all bare on the side corresponding to the dorsum, whilst, a few, however, have two bare sides like the stem. The longest branches are found in the middle of the stem. Quite from the root of the branches, and up to their extremities, they are furnished with polyps; these shoot out, partly, singly and direct, and partly, form groups that collect together forming themselves into a branchlet. On the extremities of the branches there is, usually, a collection of 6—8 polyps. The polyps are cylindrical, 8—9 mm long; have a rather long posterior body, where, the spicules are situated, transversally, in *organella*

series, and a somewhat shorter anterior body, where the spicules form 8 longitudinal series. The tentacles are half the length of the body. The entire Zoanthodem is furnished with spicules which appear, throughout, in the form of bi-stellates. On the anterior body of the polyps alone, does the fusi-form appear. The gullet has, on each side, a broad longitudinal series of spicules. The ventral and dorsal sides are devoid of spicules. Colour; reddish yellow. The polyps faint rose-red colour.

Habitat. One specimen. 70° 41' N. L., 10° 10' W. L. Depth, 481 m. Temperature, 0,3 C. Bottom; Brown clay, stones.

***Nephtya rosea* n. sp.**

Specific characteristics.

The Zoanthodem bushy, measures up to 40 mm in height. The basal part membranaceously dilated. The stem cylindrical, encompassed by closely-set branches, right from the base up to the summit. The branches richly beset with branchlets carrying a, larger or smaller, multitude of polyps which group themselves so closely round the branchlet that not only do they conceal it, but, also, the branch, which, consequently, appears to consist of a single polyp-group. The polyps measure 8 mm in length, elongate chalice-formed, with prominent posterior body, furnished with 8 spicular ribs continued into the tentacles. Between these, at their base, a bare triangular space beset with nematocysts. The pinnules noncalcareous. In the basal part, foliaceous clavates and complex stellates are the most frequent spicular forms, more rarely quadruplets. In the stem, bi-stellates appear, and these, as well as complex stellates and clavates are the most frequent forms. In the branches, the bi-stellate is the most frequent form. In the polyps, large, foliaceous clavates are the most frequent spicular forms. Colour; rose-red.

Habitat. One specimen. 74° 53' N. L., 15° 55' E. L. Depth, 329 m. Temperature, 2,5 C. Bottom; Clay, sand. Two specimens. 78° 2' N. L., 9° 25' E. L. Depth, 761 m. Temperature, 0,8 C. Bottom; Clay.

Nephthya polaris n. sp.*Specific characteristics.*

The Zoanthodem measures up to 35 mm in height, bushy. The basal part, discoidally dilated, hard, very calcareous. The stem cylindrical, its lowest half-part free of branches but closely beset with foraminifera. The branches thick, richly beset with polyps, so arranged that each branch forms, almost, a sphere. The stem, and the branches, rich in spicules. The polyps shoot out direct from the branches; measure 4 mm in length; infundibuliform with short posterior body. The tentacles, 1,5 mm long, thick, and somewhat truncated. The body of the polyps, especially on the dorsal side and on the tentacles, is very rich in calcium. The pinnules noncalcareous. In the basal part, and lower part of the stem, the bi-stellate is the most frequent form. In the rest of the stem, and the branches, the bi-stellate is much less frequent, and in these situations, plainer almost fusi-form spicules are the most frequent. In the polyps; clavates, and sub-clavates, are the most frequent forms. Colour; the stem, branches, polyp-body, and the lowest half-part of the tentacles, faint brownish red. The upper half-part, also the pinnules, dark chestnut-brown.

Habitat. A few very small specimens. 70° 41' N. L., 10° 10' W. L. Depth, 481 m. Temperature, 0,3 C. Bottom; Brown clay, stones. Two specimens. 71° 42' N. L., 37° 1' E. L. Depth, 271 m. Temperature, 1,4 C. Bottom; Clay, stones. Four specimens. 74° 8' N. L., 31° 12' E. L. Depth, 269 m. Temperature, 0,4 C. Bottom; Clay.

Gersemiopsis arcticas n. g. et sp.*Generic characteristics.*

The Zoanthodem arborescent. The stem ramous. The branches ramify into several branchlets. The sarcosoma not plentiful. The ducts wide. The polyps, cylindrical, with long posterior body, non-retractile. The gullet furnished with two fillet-formed protuberances (flaps). The stem, branches, branchlets, and polyps, richly furnished with spicules, of which, subclavates and clavates are the most prominent.

Specific characteristics.

The Zoanthodem measures up to 40 mm in height. The basal part is membranaceously dilated, and hard. The stem cylindrical, longitudinally grooved, ramous. The branches are situated far apart from each other, are rather long, and ramify into several short branchlets each of which carries 3—6 polyps, of which, sometimes 2, and sometimes, 3 are concreted together at the base. The polyps are cylindrical, somewhat dilated towards the tentacular disk, non-retractile, with long posterior body, and furnished with spicules. The tentacles have, in the middle of the aboral side, a thick ridge of spicules; the lateral margins, and the pinnules, are devoid of spicules but are closely beset with nematocysts which are, also, met with upon the arcuate oral disk. The basal part is specially rich in spicules, which appear, principally, as clavates and complex stellates. The stem, the branches and the branchlets are, also, rich in spicules, the spicular forms, here, being, principally, clavates, sub-clavates and bi-stellates. In the polyps, large sub-clavates and clavates appear, principally, as the characteristic forms. Colour; yellow, shading somewhat towards red.

Habitat. Three specimens. 74° 54' N. L., 14° 53' E. L. Depth, 1203 m. Temperature, 1,2 C. Bottom; Clay.

Barathrobius*) digitatus n. g. et sp.*Generic characteristics.*

The Zoanthodem arborescent, or shrub-formed. The stem ramous. The branches, partly, not ramified, partly, ramified into branchlets. The polyps cylindrical, retractile, with long anterior body rich in spicules. The stem and the branches, also, their sarcosoma, rich in spicules. Septa containing spicules. The gullet furnished with spicular series.

Specific characteristics.

The Zoanthodem measures up to 70 mm in height. The stem, cylindrical, ramous. The basal part hard, membranaceously dilated, forming, often, a tube filled with coarse sand, and from it stolons, occasionally, proceed. The branches are, as a rule, situated upon the superior two-third parts of the stem, placed far

*) *Βάραθρον* = a precipice, *Βιούς* = living.

apart from each other, carry, sometimes, a few polyps, ramify into several branchlets each of which carries several polyps concreted together at the base. The polyps retractile, cylindrical, with long anterior body, and rich in large spicate fusi-form spicules. The tentacles, upon their aboral side and, also, the pinnules, furnished with spicules. The basal part, compactly occupied by spicules, which the bi-stellate and the complex stellate are the most common forms. The stem and the branches rich in spicules, of the same form as the preceding. In the sarcosoma stem and branches, varying forms of spicules, of which, branchlets are most frequent. The septa contain spicules. In the 3 double series and 2 single series of spicules. The colour shading somewhat to brown.

habitat. Numerous specimens. 63° 17' N. L., 1° 27' W. L. 1977 m. Temperature, 1,0 C. Bottom; Biloculina clay.

The preceding generic and specific characteristics refer to specimens the examination of which has been completed up to date, and of which the illustrative drawings have been prepared; but there are numerous other specimens the examination of which is still proceeding, and these will be included in my complete Treatise on Alcyonida, shortly to be published by the Editorial Committee of The Norwegian North-Atlantic Expedition.

Bergen 31st December 1885.

D. C. Danielssen.

Ueber die Bildungsgeschichte des Kristianiafjords.

Ein Beitrag zum Verständniss
der Fjord- und Seebildung in Skandinavien

von

W. C. Brögger
(in Stockholm).

Die Bildung der für Skandinavien, Schottland, Grönland etc. charakteristischen Meereinbuchtungen, welche »Fjorde« genannt werden, ist, wie bekannt, nur noch wenig eingehend studirt. Die Anschauungen, welche darüber publicirt sind, stützen sich bis jetzt eigentlich nur in geringerem Grade auf allseitige Detailbeobachtungen und waren meistens nicht auf eine solche Weise durch die Untersuchung bestimmter Beispiele begründet, dass sie für mehr als Hypothesen gelten können.

Da ich bei meinen Untersuchungen über die silurische Formation Süd-Norwegens — zum grössten Theil auf Reisen, welche im Auftrag der norwegischen geol. Untersuchung (Direktor Prof. Dr. *Th. Kjerulf*) ausgeführt wurden — gute Gelegenheit hatte, beiläufig auch mehrere wichtige Beobachtungen zu machen, die für die Bildung einiger Fjorde erläuternd sind, schien es mir nützlich, dieselben trotz ihrer Unvollständigkeit zu publiciren. So habe ich schon 1884 in einer Abhandlung: »Spaltenverwerfungen in der Gegend Langesund—Skien« (*Nyt Mag. f. Naturv.* B. 28, H. 3—4) die Bildung des Langesundsfjords mit Eidangerfjord, Frierfjord etc. zu erklären versucht. In dem hier vorliegenden Aufsatz möchte ich einen kleinen Beitrag zum Verständniss der Bildung des Kristianiafjords liefern.

Die beiden Hauptansichten, welche in Norwegen über die Fjordbildung verfochten wurden, diejenige von *Th. Kjerulf* einerseits, und diejenige von *A. Helland* anderseits, sind einander ziemlich entgegengesetzt. Der ersterwähnte Forscher hat bekanntlich die generelle Erklärung aufgestellt, dass die Fjorde, ebenso wie die Thäler, durch Spalten oder Verwerfungen gebildet seien, und er scheint namentlich auch betreffs der offenen, breiten Fjordtheile (die »Gaffen« der Fjorde) dazu geneigt, dieselben als durch Sinken grösserer, von mehreren einander kreuzenden Spalten abgegrenzter Stücke gebildet zu erklären. Die Erosion spielt in *Kjerulfs* Abhandlungen über diesen Gegenstand keine hervortretende Rolle; namentlich ist dies in seinen früheren Schriften*) der Fall, während er in seinen späteren Abhandlungen sich darüber viel moderater und vorsichtiger ausdrückt, obwohl er auch hier der jüngeren Erosion nur unbedeutende Einwirkung zuschreibt**).

Im schroffen Gegensatz zu dieser Ansicht hat *A. Helland* in seiner polemischen Abhandlung: »Versuch einer geologischen Diskussion« (Arch. f. Math. u. Naturv., Kristiania 1882, B.6, P. 185 etc.) den Einfluss der Spalten und Verwerfungen als ganz unbedeutend angesehen (»die Dislokationen spielen keine wesentliche Rolle im Relief der Landschaft«) und in einer ganzen Reihe von Abhandlungen zu zeigen versucht, dass die Bildung der Fjorde namentlich durch die Erosion der Eiszeit zu erklären wäre.

In meiner oben erwähnten Abhandlung über Dislokationen in der Gegend Langesund—Skien meinte ich beweisen zu können,

*) »Ein Stück Geographie in Norwegen«, Kristiania Vidensk. Selsk. Forhandl. 1876, P. 1. u. 2 etc., in deutscher Uebersetzung von *G. Hartung* in Zeitschr. d. Gesells. f. Erdkunde, B. 14; noch mehr in der späteren Abhandlung: »Fortgesetzte Bemerkungen über Reliefverhältnisse«, Kr. a Vid. Selsk. Forh. 1881 (auch übersetzt von *R. Lehmann* in Mitth. d. Ver. f. Erdkunde zu Halle) mit den Bemerkungen P. 2 etc., nach welchen die Mauerlinien der Silurformation im Kristianiagebiet ursprünglich und nicht durch Erosion gebildet sein sollten, etc.

**) Sieh z. B. *Nyt Mag. f. Naturv.* B. 28, P. 176, oder in deutscher Uebersetz. von *O. Hermann* im Neu. Jahrb. f. Min. etc. 1884, I. »Die Dislokationen im Christianiathal«, P. 132: »... für die später erfolgte Denudation nicht allzuviel Raum übrig bleibt. Dies ist ein sehr überraschendes Kennzeichen, das wir in dem Bau finden. Gewöhnlich pflegt man ja sehr freigebig zu Werke zu gehen, wenn die Denudationsarbeit der Jetztzeit (sic) abgeschätzt werden soll«.

dass bei der Erklärung der Bildung der darin besprochenen »Fjorde« beide Ansichten, sowohl die Dislokationstheorie als die Erosionstheorie, berücksichtigt werden müssen, indem die Wahrheit in der Mitte liegt. Auch aus den jetzt vorzulegenden Beobachtungen dürfte es hervorgehen, dass der Kristianiafjord ausser dem ursprünglichen Felsenbau auch einerseits Verwerfungen und Senkungen und andererseits einer enormen Erosion seine jetzige Form und Relieffverhältnisse verdankt.

Der Kristianiafjord kann orographisch in folgende Theile, welche für sich betrachtet werden können, getheilt werden:

1. Der Bundefjord und der innere Theil des Kristianiafjords bis an die Insel Håö.

2. Die schmale rinnenförmige Fjordpartie zwischen Håö und Filtvedt.

3. Die grosse, offene Partie (das »Fjordgaffen«) zwischen Filtvedt—Soon—Moss und Holmestrand—Horten.

4. Der äussere Theil des Fjords zwischen Horten—Moss und Färder.

Diese einzelnen Fjordtheile wollen wir nun getrennt vornehmen und nachher aus den Einzelbeobachtungen einen Gesamteindruck über die ganze Fjordbildung zu gewinnen versuchen.

Dann empfiehlt es sich ferner aber auch, die relativ *ältere* Geschichte oder die Vorgeschichte der Fjordbildung, die ursprüngliche Anlage derselben, zuerst ausführlicher zu behandeln; es müssen in dieser Verbindung also in erster Linie ausser dem relativ *ursprünglichen Felsenbau auch die später eingetroffenen Verwerfungen*, welche für die Fjordbildung von Bedeutung sein dürften, beschrieben werden.

Nachdem wir diesen älteren Abschnitt der Fjordbildungsgeschichte dargestellt und dadurch namentlich bestimmte Vorstellungen über die Bedeutung der Verwerfungen für die Fjordbildung gewonnen haben, werden wir den zweiten, *jüngeren* Abschnitt der Fjordgeschichte, oder die eigentliche Fjordbildungsgeschichte, *die Arbeit der erodirenden Kräfte*, für sich in grösserer Kürze behandeln können.

Beim Lesen der vorliegenden Abhandlung dürften folgende Karten für das volle Verständniss theils unentbehrlich, theils nützlich sein:

Die Karten der norweg. geol. Untersuchung im Maassstab 1 : 100000 (sog. Rektangelkarten): Hønefoss, Kristiania, Moss, Tønsberg.

Die Uebersichtskarte d. südl. Norw. der n. geol. Untersuchung (von 1879), Maassstab 1 : 1000000.

Die Uebersichtskarte d. südl. Schwedens der schwed. geol. Untersuchung (von 1885), Maassstab 1 : 1000000.

Die im Maassstab 1 : 25000 erschienenen, ausgezeichneten, neuen topographischen Karten von der Umgebung Kristianias (herausgegeben von der norweg. geogr. Landesaufnahme).

Endlich die Specialkarten (Seekarten) von dem Kristianiafjord (Maassstab 1 : 50000) und die Karte im Maassstab 1 : 10000 von dem Hafen Kristianias.

I. Erster Abschnitt.

Die Verwerfungen des Kristianiafjords.

1. Der Bundefjord und der innere Theil des Kristianiafjords bis Håö.

Das hübsche, reiche Kristianiathal wird bekanntlich gegen Norden von hohen Syenit- und Granitfelsen umgrenzt; von irgend einem Aussichtspunkt dieser Felsen (z. B. Tryvandshøiden, Vettakollen, Grevsenåsen etc.) umherschauend, sieht man vor sich das wohl umgrenzte Thal, an dessen niedrigen Thalboden sich der Fjord mit den zahlreichen Inseln anschmiegt; die nordwestliche Begrenzung des Thals bildet der schroffe Abhang des grossen Porphyryplateaus zwischen dem Kristianiathal und dem Tyrifjord mit seinen schönen Linien, in welchen sich namentlich die vorspringenden Höhen Kolsås und Skougumsås geltend machen. Nach Südwesten hin erheben sich in Asker und Røken wieder höhere Granitmassen in Vardeåsen etc. Im Südosten dagegen wird das Thal durch den Abhang des aus archaischen Schieferen bestehenden Ekebergs begrenzt; am Abhang selbst findet man die Grenze zwischen dem Grundgebirge

und der Silurformation, welche den ganzen Thalboden einnimmt. Im Südwesten hinwiederum finden wir die Grenze zwischen der Silurformation und dem Grundgebirge auf der Linie Dalen—Slemmestad in Røken.

Ziehen wir eine Verbindungslinie zwischen Dalen—Slemmestad über Näsodtangen nach Ekeberg bei Oslo, und dann am Abhang Ekebergs entlang, dann wird Alles*), was an der nordwestlichen und nördlichen Seite dieser ung. SW—NO verlaufenden gebogenen Linie belegen ist, von den gefalteten Schichten der Silurformation eingenommen; es mag beiläufig auch bemerkt werden, dass die Axenlinien der Faltung der eben besprochenen Linie ziemlich nahe parallel sind.

Dagegen ist nicht Alles, was südöstlich und südlich von dieser gebogenen Linie belegen ist, Grundgebirge. Südlich von derselben schneiden sich in das Grundgebirge die beiden von der triangulären, nach Norden hin spitzen Halbinsel Näsodden getrennten Fjordarme, der Bundefjord und der innere Kristianiafjord, hinein.

Während nun die Ufer dieser Fjordarme aus den krystallinischen Schiefern des Grundgebirges bestehen, sind dagegen die Inseln aus den gefalteten Schichten der Silurformation aufgebaut.

Im Bundefjord liegen die südlichsten Scheren, welche noch aus der Silurformation bestehen, die nur bei sehr niedrigem Wasserstande sichtbaren »Storflu«-Scheren, ung. 5 Kilometer südöstlich von der Verbindungslinie zwischen Näsodtangen und dem Ekeberg (Grönlän); im Bundefjord bestehen sämtliche Inseln aus der Silurformation.

Im Kristianiafjord liegen die südlichsten aus der Silurformation bestehenden Scheren, die Høvikscheren, auch ung. 5 Kilometer südöstlich von der Verbindungslinie Dalen—Slemmestad bis Näsodtangen.

Da die Inseln natürlich nur Erosionsreste früher im Zusammenhang verbreiteter Ablagerungen sind, scheinen also erstens der Bundefjord und der innere Theil des Kristianiafjords offenbar in den Schichten der Silurformation ausgegraben zu sein.

Da aber ferner in Ekeberg, wie an der Westseite Näsoddens und an der Ostseite Slemmestadtangens und Nærnsångangens auch das Grundgebirge über die unmittelbar anstossenden Silurschichten,

*) Nur mit Ausnahme der kleinen inselartigen Grundgebirgspartie an der Feste Akershus.

deren Faltungsachsen z. gr. Th. die dem ganzen Kristianiathal gemeinsame Richtung besitzen, *hoch aufragen*, ist es für das Verständniss der Fjordbildung offenbar nothwendig zu untersuchen, ob die jetzt bestehenden Niveauverhältnisse der Grundgebirgsoberfläche in Bezug auf die Silurformation ursprünglich oder durch nach der Ablagerung der letzteren stattgefundene Dislokationen verursacht sind.

Es sind damit die wesentlichsten Momente für den Gang der Untersuchung über die Bildung des Fjords gegeben; die Beschaffenheit der *Grenzfläche zwischen dem Grundgebirge und der Silurformation* bietet sich als erster Gegenstand unserer Forschung dar.

Obwohl unsere Aufgabe hier in erster Linie darauf gerichtet sein soll, die Bildung des Fjords selbst zu untersuchen, werden wir doch sofort erfahren, dass wir diese unmöglich für sich allein, ohne Rücksicht auf das sich anschliessende und umgebende Thal, betrachten können. Der Fjord ist nur der Theil des Thalbodens, welcher so tief liegt, dass er unterhalb des Meeres begraben ist; denken wir uns die Wasserdecke entfernt, so bildet der Fjordboden die unmittelbare Fortsetzung des Thalbodens, welcher hier früher selbst ein Fjordboden gewesen ist. Es ist deshalb unumgänglich nothwendig, dass wir, wenn wir die Geschichte der Fjordbildung nachspüren wollen, gleichzeitig die Bildung des Thalbodens, insofern dies nöthig ist, darin eingreifen.

Reibungsbreccien der Grenzfläche des Grundgebirges.

Schon in meiner Abhandlung: »Die Silur-Etagen 2 u. 3 im Kristianiagebiet und auf Eker etc.« habe ich ausgezeichnete Reibungsbreccien von der Grenzfläche des Grundgebirges und der Silurformation von mehreren Stellen erwähnt. Diese Reibungsbreccien beweisen direkt, dass da, wo sie auftreten, Dislokationen, Verwerfungen stattgefunden haben.

Erstens ist der westliche Abhang Ekebergs bei Bäckelaget (hier in grosser Ausdehnung) und sein nördlicher Abhang zwischen Oslo und Bryn an mehreren Stellen mit einer eigenthümlichen Reibungsbreccie bedeckt.

Die nämliche Breccie hatte ich auch schon 1880 an der Westseite des innern Kristianiafjords, an der steilen östlichen Felswand Slemmestadtangens, ebenso an dem südlichen steilen Abhang der in Slemmestadtangen auslaufenden Grundgebirgshalbinsel gegen das Nærnsäth hin beobachtet; später (1884) fand ich eine ganz ähnliche Reibungsbreccie auch an der Ostseite des inneren

Kristianiafjords, in Näsodtangen, namentlich in der steilen Wand Ildjersåsens gegenüber von Kavringholmen.

Ueber das Vorkommen der Reibungsbreccie von Slemmestadtangen habe ich schon früher (l. c. P. 217—19) berichtet; aus dieser Beschreibung darf Folgendes der Vollständigkeit wegen hier abgedruckt werden:

»Von Slemmestadodden (ung. in NNO) nach Bødalen (ung. SSW) bildet das Grundgebirge auf einer c. 3 Kilometer langen Linie die Grenze gegen die in NNW sich ausbreitende Silurformation. Von Slemmestadodden hebt sich diese Grundgebirgspartie und bildet zuerst in ung. N-S-licher Richtung eine ziemlich steil abstürzende Wand gegen den Kristianiafjord und den nördlichen Theil des Nårsnästhals, dann in ung. NNO-SSW-licher Richtung die gleichfalls steil abfallende Begrenzung des Thals zwischen Nårsnäs und Bårsrudvand. Auf der andern Seite dieses Thals hebt sich das Grundgebirge wieder allmählig und bildet von Nårsnäsodden ab g. S. den Abhang gegen den Kristianiafjord. Zwischen dem Slemmestadthal und dem Nårsnästhal hebt sich das Grundgebirge in Aukeåsen (nahe bei Bårsrudvand bis) ung. 200 Meter, zwischen Bårsrud und Ramton ist die grösste Höhe ung. 100 Meter. Slemmestadodden und Nårsnäsodden bilden also zwei in allen Beziehungen analoge, gegen NNO auslaufende, spitz dreieckige, in NNW und N niedrige in S und O steiler abfallende Landzungen, aus den krystallinischen Schiefer des Grundgebirges bestehend.«

»In dem engen Thal zwischen Bårsrudvand und Nårsnäs sind die hier noch vorhandenen Silurschichten gestaut; diese Schichten müssen also, auf einer horizontalen Fläche verbreitet, früher einen weit grösseren Raum eingenommen haben, als jetzt in dem engen Thal vorhanden ist. — — —«

»Die niedrige NNW-Seite der beiden g. NNO auslaufenden Landzungen ist ung. mit dem Streichen der Silurschichten parallel.«

»Längs dieser SSW-NNO streichenden Grenzlinien des Grundgebirges ruht ein schmaler Saum der ältesten silurischen Ablagerungen unmittelbar auf dem untenliegenden Grundgebirge. Das Fallen dieser unmittelbar auf dem Grundgebirge aufgelagerten Schichten des Konglomerats (1 b?) und der Paradoxidesschiefer wurde an mehreren Stellen, sowohl im Slemmestadthal (bei Slemmestad, Slemmestad-Ødegården und Dalbråten) als auch im Nårs-

nästhal beobachtet; sie liegen nicht horizontal, sondern fallen 8° bis ca. 25° in ung. NNW-licher Richtung.« — — —

— — — »An der steilen Wand des Grundgebirges wurden, namentlich in der Profillinie zwischen Gjeitungholmen und Skurven, ferner weniger ausgesprochen auch im Närsnästhal, Reste einer eigenthümlichen Breccie aus scharfeckigen Gneisbruchstücken, von einer schwarzen, Alaunschiefer ähnlichen Masse verkittet, gefunden. Diese Breccie, welche nicht mit den das Grundgebirge unmittelbar überlagernden Konglomeratschichten zu verwechseln ist (diese zeigen gerundete Quarzrollstücke), ist ganz nah dem Wasser an solchen Stellen aufbewahrt, wo die Eisscheuerung die Felswände geglättet hat. Mir scheint es, dass das Vorkommen dieser Breccie an einer steilen Wand ganz befriedigend erklärt werden könnte, wenn wir dieselbe als eine Reibungsbreccie auffassen dürften. Der härtere Gneis hat die Bruchstücke geliefert, die weichen Silurschichten, namentlich die Alaunschiefer, das feingeriebene Verkittungsmaterial.« — — —

1884 besuchte ich wieder (auf einer Exkursion mit einigen Anhörern meiner Vorlesungen an der Universität Stockholm) die mit Reibungsbreccien bedeckte Wand in Slemmestadtangen, gegenüber Gjeitungholmen und Skurven etc., bis Grundvik und sammelte bei dieser Gelegenheit ein gutes Material von Handstücken von diesen Breccien ein. Die Reibungsbreccie bildet hier stellenweise eine in grösserer Ausdehnung die ganze Felswand bedeckende Platte, an deren rauhen Oberfläche die breccienartige Beschaffenheit sofort in die Augen springt. An mehreren Stellen war diese Breccienplatte durchbrochen, und ihre Dicke konnte dann gemessen werden; gewöhnlich war diese nur 0,1 bis 0,5 Meter, seltener 1 Meter und mehr, doch war eine Messung an der steilen Wand von dem Boote aus nicht immer möglich. Dennoch sieht man stellenweise, dass die Dicke eine mehrmals grössere Mächtigkeit besitzt. Die Grenze zwischen der Breccienplatte und dem anstossenden Gestein, auf welches sie angeklebt ist, ist haarscharf, so dass es gelingen konnte, grosse Handstücke herauszuschlagen, deren eine Hälfte aus der Breccienplatte, die andere aus dem anstossenden Gestein besteht. An einer Stelle nördlich von Grundvik war an der nahezu steilen Wand in ung. 4 Meter Höhe, von der Wasseroberfläche gerechnet, und in einer Breite von ca. 3 Meter die Breccienplatte durch die Erosion entfernt. Man sieht hier an dem entblösten untenliegenden Gestein eine vollkommen glatt geschlif-

fene Fläche mit *vertikalen breiten* (0,1 M. und mehr) *nicht ganz untiefen Rinnen*, welche beinahe wie die durch Gletscherscheuerung gebildeten Rinnen aussehen; dies sind sie jedoch nicht, denn erstens zeigte das Wegschlagen der Breccienplatte, dass die Rinnen unterhalb derselben fortsetzen, ferner zeigte die nähere Beobachtung auch stellenweise, quer über die vertikalen Rinnen, *horizontale* Gletscherschrammen. Die Rinnen sind demnach *Reibungsrinnen*, welche durch die Verwerfung zwischen dem Grundgebirge und der früher hier vorhanden gewesenen Silurformation gebildet sind, also eine interessante Ausbildung der an Verwerfungsspalten so häufigen Gleit- oder Rutschflächen darstellen.

Was die Breccienplatte selbst betrifft, so ist dieselbe augenscheinlich nur an der unmittelbaren Grenze gegen das untenliegende Gestein stellenweise erhalten und hat augenscheinlich eine bei weitem bedeutendere Mächtigkeit besessen, als man jetzt aus den spärlichen erhaltenen Resten ansehen kann. Dieselbe besteht aus unzähligen kleinen scharfeckigen, in einer dichten blauschwarzen, mit äusserst kleinen Eisenkieswürfeln durchspickten Grundmasse zerstreut liegenden Bruchstücken verschiedener weisser Gesteine, die näher beschrieben werden sollen; diese Bruchstücke sind meistens nur einige Centimeter, seltener einige Decimeter gross, reichlicher noch ist aber ein feiner Schutt von nur einige Millimeter grossen Bruchstücken in der Grundmasse vertheilt; kleinere Bruchstücke sind nicht selten auch an den Kanten etwas abgerundet.

Unter dem Mikroskop sieht man, dass *die schwarze Grundmasse* des Brecciengesteins hauptsächlich aus äusserst feinkörnigen, scharfeckigen Splittern von Quarz besteht, welche von einem feinem schwarzen Staub durchdrungen sind; diese Masse ist ferner mit neugebildeten kleinen Quarzprismen reichlich durchspickt und ausserdem hier und da von Epidot und Chlorit gelblich oder grünlich gefärbt. Stellenweise häuft sich der schwarze Staub so reichlich an, dass selbst bei stärkerer Vergrösserung nur eine schwarze Masse mit kleinsten bläulich schimmernden Quarzpunktchen vorliegt. Auffällig ist namentlich das oft sehr reichliche Vorhandensein der regelmässig begrenzten, prismatisch ausgezogenen Quarzkrystalle.

In dieser Grundmasse liegen nun die grösseren und kleineren bis kleinsten *Bruchstücke*. Sie bestehen aus verschiedenen Gesteinen.

1) Eines derselben besteht vorherrschend aus kleinen Quarz-

körnern mit etwas grösseren spärlichen Körnern von Orthoklas sowie sehr spärlichen Fetzen von Kaliglimmer, die beiden ersten Mineralien sind scharfeckig und unregelmässig begrenzt; der Orthoklas ist stark angegriffen und in Epidot umgewandelt. Eine schieferige Struktur fehlt gänzlich. Der Quarz zeigt reichliche Flüssigkeitsporen. Andere Bruchstücke eines ähnlichen Gesteins bestehen aus feinsten Quarzsplittern mit eingebetteten scharfeckigen grösseren Quarzkörnern und Orthoklaskörnern; die letzteren sind spärlich; zwischen den Quarzsplittern zeigen sich wieder Kaliglimmerschuppen und Epidotkörnchen.

Beide diese sehr quarzreichen Gesteine, welche als Bruchstücke in der Grundmasse der Breccienplatte auftreten, sind nach meiner Ansicht offenbar früher selbst Brecciengesteine gewesen.

2) Andere Bruchstücke bestehen aus einem stark zersetzten Feldspathgestein. Die einzelnen, ganz kleinen Feldspathkörner sind unregelmässig begrenzt und schwierig auseinander zu halten, indem sie durch und durch theils in Kaliglimmer umgewandelt, theils auch von kleinsten Epidotknauern und Nadeln, durch die Zersetzung gebildet, propfenvoll sind. In dieser Masse liegen kleine Eisenkieswürfel porphyrtartig eingebettet. Das ganze Gestein ähnelt etwas der Grundmasse der quarzfreien Syenitporphyre, welche zwischen den Schichten der Silurformation an manchen Stellen des Kristianiathals injicirt sind, obwohl es auch von diesen zu stark abweicht, um mit denselben zusammengestellt werden zu können. Dagegen ähnelt es bedeutend mehr dem unten zu erwähnenden Porphyrgestein an der Eisenbahnlinie bei Bäckelaget und dürfte genetisch mit diesem zusammenzustellen sein.

3) Gewöhnliche Gneisse oder andere normale krystallinischen Schiefer kommen in den von mir eingesammelten Handstücken der Breccienplatte von Slemmestadodden nicht vor.

4) Von silurischen Schieferen sind Bruchstücke nur spärlich vorhanden, und diese sind dann so mit Quarz impregniert, dass sie bedeutend härter als die normalen Schiefer erscheinen.

Sowohl die Grundmasse der Breccienplatte, als auch die Bruchstücke derselben sind äusserst innig mit Quarz impregniert und von Quarzadern durchdrungen.

Das *Grenzgestein*, an welchem die Breccienplatte anhaftet, ist in dem Abhang Slemmestadoddens ein weisses, makroskopisch

wie ein dichter Quarzit oder Hornstein aussehendes Gestein ohne jede Spur einer Schieferung; stellenweise ist es von zahlreichen kleinen, mit Quarzkrystallchen ausgekleideten Hohlräumen erfüllt und reichlich von Quarzadern durchsetzt. Unter dem Mikroskop sieht man, dass das Gestein fast ausschliesslich aus Quarz besteht, zu dem sich nur in geringer Menge Orthoklas (und Mikroklin) und Spuren von Kaliglimmer etc. gesellen.

Benutzt man eine schwache Vergrösserung in gewöhnlichem Lichte, so gewahrt man deutlich, dass das Gestein ein klastisches Gestein ist; grössere scharfeckige Körner von Quarz, welche scheinbar einheitlich sind, liegen in einer ganz feinkörnigen, mit einem grauen Staub pigmentirten Grundmasse, welche wieder wesentlich aus Quarz mit wenig Feldspath besteht. In polarisirtem Licht sieht man, dass auch die scheinbar einheitlichen Körner selbst aus einer grösseren Anzahl Quarzkörnchen bestehen. Quarzadern durchweben sowohl die Grundmasse als die Bruchstücke, die in der Grundmasse eingestreut liegen; der Quarz der Bruchstücke und der Grundmasse ist von zahlreichen Flüssigkeitsporen bestäubt. Auch die Quarz u. Feldspathsplittchen der Grundmasse sind scharfeckig. Das ganze Gestein besteht offenbar aus einem fein zerriebenen Schutt, angefüllt mit grösseren und kleineren Bruchstücken, von neugebildeten Quarz verkittet und von Adern desselben durchsetzt.

Das Gestein ist dasselbe, wie die oben unter 1) erwähnten Bruchstücke der Breccienplatte. Das Grenzgestein ist aber, wie erwähnt, gegen die Breccienplatte scharf begrenzt und die Oberfläche desselben durch die grosse Verwerfung, durch welche die Breccienplatte entstand, abgeschliffen, wobei auch die oben erwähnten Reibungsrinnen gebildet wurden; *es war demnach offenbar schon längst gebildet, als die letztere grosse Verwerfung, welche die Breccienplatte absetzte, entstand.* Es liegen also längs dieser grossen Verwerfungsebene offenbar zwei verschiedene Breccienbildungen vor:

- 1) ein älteres Brecciengestein, welches oben als das *Grenzgestein des Grundgebirges* bezeichnet wurde.
- 2) ein jüngerer, oben als *die Breccienplatte* bezeichnet.

Das erstere unterscheidet sich von dem letzteren makroskopisch durch sein Aussehen, indem es als ein weisser Quarzit ohne Schichtung oder als ein Hornstein erscheint und öfters erst unter dem Mikroskop als ein klastisches Gestein erkannt werden kann;

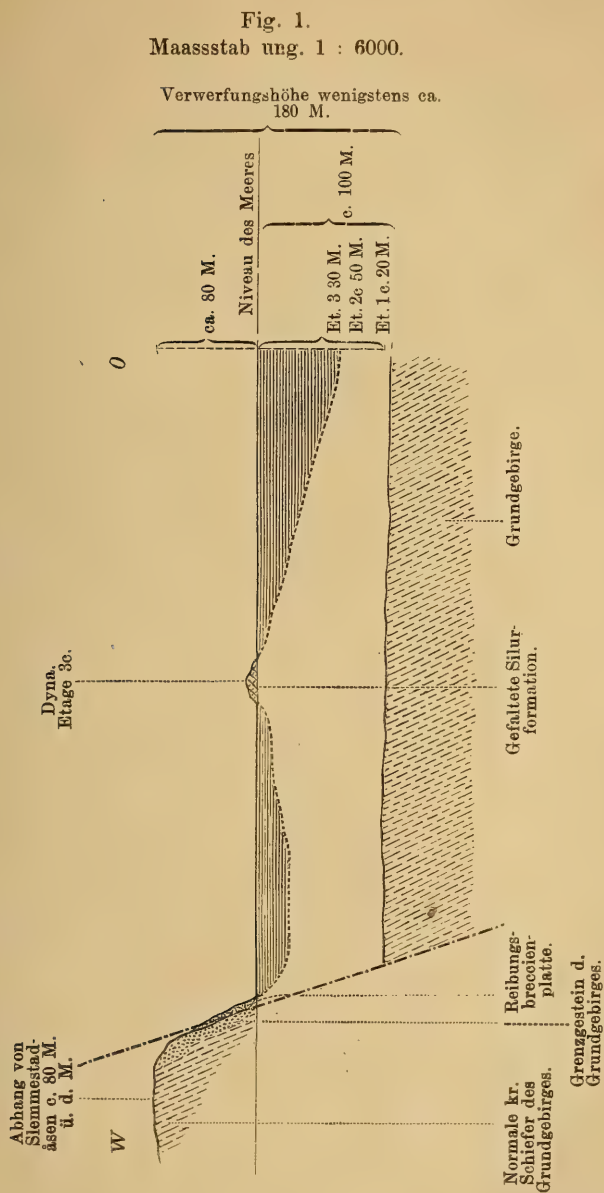
ferner durch den wichtigen Umstand, dass es weder in der Grundmasse, noch unter den Bruchstücken Bestandtheile enthält, die von den silurischen Gesteinen herrühren können, während dagegen die Breccienplatte theils Bruchstücke der silurischen Schiefer enthält, theils auch eine von einem schwarzen, staubartigen, augenscheinlich nur aus den silurischen Schiefern stammenden Detritus durchdrungene Grundmasse zeigt. Es scheint demnach vollständig berechtigt den Schluss zu ziehen, dass nur bei der Bildung der Breccienplatte die Silurformation dem Brecciengestein Material abgegeben hat; das früher gebildete Grenzgestein kann demnach nicht durch Reibung des Grundgebirges gegen die Silurformation gebildet sein.

In der beigelegten Figur 1 ist eine Profilskizze der Küste von Slemmestadåsen dargestellt.

Dyna besteht aus Schichten der Etage 3 (Orthocerenkalk). Am Abhang Slemmestadåsens sind das »Grenzgestein« mit der angeklebten Breccienplatte, und oben auch die krystallinischen Schiefer des Grundgebirges, welche am Abhang selbst von den beschriebenen Brecciengesteinen bedeckt sind, angegeben. Die Gesammthöhe der Verwerfung muss an dieser Stelle wenigstens ung. 80 M. (die Höhe des Abhangs Slemmestadåsens) + c. 100 M. (gesammte Mächtigkeit der in die Tiefe gesunkenen Etagen 1, 2, 3 (unter Dyna) also ung. 180 Meter.

An keiner Stelle im Kristianiathal ist die unmittelbare Grenze zwischen der Breccienplatte und dem älteren anstossenden Gestein (dem Grenzgestein), so scharf und so gut aufgeschlossen als in Slemmestadtangen; dies ausgenommen finden wir auch in Näsodtangen und Ekeberg genau entsprechende Verhältnisse.

Näsodden ist eine lange, nach Norden hin spitze Halbinsel, welche sich zwischen dem Bundefjord und dem inneren Kristianiafjord ausdehnt; während der Abstand S-N zwischen »Bunden« (dem innersten, südlichen Theil des Bundefjords) und Näsodtangen ung. 17½ Kilometer ist, misst der gerade Abstand O-W zwischen Bunden und Grisebu am Kristianiafjord quer über die Halbinsel nur ung. 6½ Kilometer. Diese aus Grundgebirge bestehende Halbinsel, deren dem Kristianiafjord zugewendete Seite zwischen Spro und Näsodtangen in einer Strecke von ung. 12 Kilometer als ein in SSW-NNO-licher Richtung verlaufender Abhang nach WNW sehr steil abstürzt, hebt sich im südlicheren Theil in Topåsen, Toåsen und Gaupefjeld zu ung. 220 M. empor. Die Höhe dieses Abhangs ist weiter nördlich ung. 170 (in Ildjersåsen) bis 140 (in Brän-



ningerne und Jonsåsen) Meter, mit einer durchschnittlichen Neigung der Felswand von c. 50° (in Ildjernsåsen) bis c. 40° (bei Alvern). Die östliche Uferlinie gegen den Bundefjord, welche ung. S-N verläuft, ist weniger steil.

Die Schichten des Grundgebirges streichen in Näsodtangenberg. NNW-SSO; Glimmerschiefer, ausgezeichnet schieferig silberglänzend mit 45° F. g. ONO; bei S. Helvig am Bundefjord glimmerreicher Gneiss und Glimmerschiefer, F. c. 80° ONO; weiter südlich stehen die Schichten steil und fallen hier O 15° N oder W 15° S; bei Sörbystrand sieht man in dunklen granatreichen Hornblendegesteinen gewaltige Zusammenpressungen; bei den Eishäusern unterhalb der Kirche Näsoddens steht ein dunkler Augengneiss mit Pegmatitadern an; das Streichen der Schichten ist hier recht unbestimmt, am Nächsten NW-SO; südlich von der Dampfschiffsbrücke granatreicher dunkler Gneiss mit S 30° O—N 30° W-lichem Streichen etc.

An der ganzen Küstenstrecke Näsoddens längs dem Bundefjord hat es keine Schwierigkeit, das Gestein und das Streichen der Grundgebirgsschichten zu bestimmen; eine Reibungsbreccie ist hier an keiner Stelle (ich habe die Küste von Näsodtangenberg bis an Blylaget untersucht) vorhanden.

Ganz verschieden gestalten sich die Verhältnisse an dem steilen Abhang gegen den Kristianiafjord. Schon gleich südlich von der Spitze Näsodtangens hört der Glimmerschiefer etc. auf, und man sieht nur ein undeutlich oder gar nicht schieferiges, äusserst stark zerklüftetes, von Quarzadern durchwobenes Gestein, häufig wie ein dichter weisser Quarzit aussehend. Dieses Gestein entspricht genau dem eben erwähnten unterhalb der Breccienplatte in Slemmestadtangenberg, welches oben als »das Grenzgestein« bezeichnet wurde; ganz ähnlich aussehende Gesteine finden sich auch an dem Abhange Ekebergs, namentlich am westlichen Abhang, der Insel Sjursö gegenüber.

Dieses weisse Quarzit oder Hornstein ähnliche Gestein von Ildjernsåsens Abhang ist nun wieder kein Quarzit sondern eine Reibungsbreccie, welche zwar wesentlich aus Quarz besteht, sonst aber nicht die Eigenschaften eines Quarzit besitzt. Das Gestein ist vollkommen ungeschichtet, dicht bis feinkörnig, von zahlreichen Quarzadern durchsetzt. U. d. M. sieht man eine z. Th. ganz feinkörnige Grundmasse aus Splintern von Quarz und Mikroklin, in welcher kleine und kleinste Bruchstücke eines äusserst stark gepressten, aus

Quarz und Mikroklin bestehenden älteren Gesteins zerstreut sind; das Ganze ist wieder von den erwähnten Quarzadern durchsetzt. Den Charakter dieses Gesteins als eine Reibungsbreccie zu erkennen, würde ohne Untersuchung anderer hier angehörigen Gesteine, namentlich des gleich unten erwähnten, nicht leicht gewesen sein, indem die Bruchstücke des älteren Gesteins z. Th. so fein zerquetscht sind und die Masse so gleichmässig aussieht, dass man beim ersten Anblick selbst unter dem Mikroskop nicht immer die Breccienstruktur erkennt.

Ausser diesem weissen Quarzit ähnlichen Gestein findet man nämlich an mehreren Stellen dieser Küste (namentlich nördlich hinter und südlich von den am Strande, gegenüber der Insel Kavringen, bei Ildjernet gelegenen Häusern) auch das Grenzgestein des Grundgebirges als ein auch makroskopisch deutliches Breccien-gestein ausgebildet. Dasselbe zeigt in einer makroskopisch dichten hellgrünen Grundmasse, welche ganz reichlich vorhanden ist, weisse, unregelmässig eckige Bruchstücke eines mittelkörnigen, aus Quarz und weissem Feldspath bestehenden Gesteins in zahlreicher Menge zerstreut.

U. d. M. sieht man, dass die *Bruchstücke*, welche gewöhnlich nur einige Centimeter gross sind, aus Quarz, Mikroklin und Oligoklas bestehen. Die Körner dieser Mineralien sind unregelmässig zerfrant und offenbar äusserst gewaltsam zerquetscht. Denn die Feldspathkörner sind nicht nur zerbröckelt, wobei die einzelnen, einem Individuum angehörigen Stücke gegen einander verschoden sind, sondern sie zeigen auch ganz allgemein durch den Druck gebildete Zwillingslamellen, die oft wieder stark gebogen sind*). Ebenso weisen die Quarzkörner ganz ähnliche Erscheinungen auf, indem grössere Körner zerbröckelt sind und ausserdem die einzelnen Splitter nicht einheitlich polarisiren, sondern bei der Drehung zwischen gekr. Nikols wie mit unregelmässig

*) Confr. L. v. Werveke, Neues Jahrb. f. Min. 1883, 2, P. 97 & Tab. 5; siehe auch E. Cohen, Mikrophotographien, Tab. 75. Die prachtvollsten Beispiele derartiger durch Druck hervorgerufener Zwillingsbildung bei Feldspathen bieten die norwegischen Labradorfelse dar; namentlich in einem weissen gestreiften Labradorfels von Kaupanger sind derartige Bildungen und alle durch einen ungeheuren Gebirgsdruck verursachte Quetschstrukturen in wunderbarer Schönheit zu studiren. In diesen Gesteinen hatte ich auch diese Quetschstrukturen und durch Druck hervorgerufene Zwillingsbildung schon 1882 beobachtet und in meinen Vorlesungen erwähnt und in Präparaten demonstrirt.

begrenzten, verwischten oft einigermassen parallelen Schattenstreifen gestreift sind; die Quarze sind dabei auch voll von ganz winzigen Flüssigkeitsporen.

Fig. 2 zeigt in etwa 50 facher Vergrösserung eine kleine Partie eines Bruchstücks, worin namentlich ein grosses zerquetschtes Individuum von Oligoklas (1) mit durch Druck gebildeten Zwillingslamellen, ferner ein paar zerquetschte Körner von Mikroklin (2 u. 3) hervortreten; die Quarzkörner sind schwarz dargestellt.

Fig. 2.



- Q (schwarz) = Quarz. K (punktirt) = Kalkspath.
 1 ein grösseres zerquetschtes Individ von Plagioklas.
 2 u. 3 zerquetschte Individuen von Mikroklin.
 D feinzerriebener Detritus von Quarz und Feldspath.

Das Muttergestein dieser Bruchstücke näher zu bestimmen, dürfte in Betracht der starken Zerquetschung wohl kaum möglich sein; am nächsten dürfte hier wohl ein glimmerarmer Gneiss oder Granit vorliegen. Diese Bruchstücke liegen, wie erwähnt, in einer hellgrünen *Grundmasse* zerstreut; dieselbe zeigt sich u. d. M. aus einem feinen Detritus von Quarz u. Feldspathkörnchen, welche durch Zerquetschen grösserer Bruchstücke entstanden sein müssen, *ausserdem aus ganz reichlich eingemischten, neugebildeten Quarzprismen mit regelmässiger Krystallbegrenzung* bestehend; zwischen

diesem Gemische ist keineswegs spärlich ein scheinbar vollkommen isotropes grünes *Chloritmineral* eingeklemmt, von welchem die grüne Farbe der Grundmasse herrühren muss. Untergeordnet tritt auch *Kalkspath* auf. Endlich liegen regelmässig Würfel von *Eisenkies* in der Grundmasse eingestreut. Als jüngste Bildung ziehen endlich auch noch feine Adern mit feinkörnigem Detritus von Quarz und Feldspath und ein wenig Kalkspath, *aber ohne Chlorit*, durch sowohl die Bruchstücke als auch die grüne Grundmasse.

Die regelmässig begrenzten Quarzprismen der Grundmasse zeigen eine schöne Zonarstruktur und scheinen jedenfalls in einigen Fällen um den Kern eines unregelmässigen Quarzscherbchens gebildet zu sein; ein unregelmässiger Kern zeigt sich nämlich bisweilen durch ungewöhnliche Anhäufung von Flüssigkeitsporen deutlich abgegrenzt. *Uebrigens sind auch diese regelmässigen Quarzprismen, sowohl als auch die Eisenkieswürfel öfters wieder durch neue Druckeinwirkung zerquetscht.* Auch der Kalkspath, wenn er die Zwischenräume der Grundmasse ausfüllt, zeigt zahlreiche gebogene Zwillingslamellen, welche auf spätere Quetschung deuten dürften.

Dieses ausgezeichnete Brecciengestein gehört noch der Gruppe von Gesteinen der Grenzfläche des Grundgebirges an, welche oben als »Grenzgesteine« bezeichnet wurden. *Auf* diesem Gestein sieht man nämlich wieder, ganz wie auf Slemmestadsåsens Abhang, eine dünne *Breccienplatte* mit schwarzer Grundmasse, deren Farbe wieder aus dem Detritus der Silurformation stammt. Dieses zweite Brecciengestein, die Breccienplatte, fand ich spärlich namentlich an einer Stelle bei Mellemstrand (n. v. Steilene) vertreten, ferner am Strande, gegenüber der Insel Kavringen (bei Ildjernet). Ihre Zusammensetzung bietet nach der mikroskopischen Untersuchung eines Gesteins von Mellemstrand keine besonders bemerkenswerthen Eigenthümlichkeiten dar. Die grösseren und kleineren, durchweg scharfeckigen Bruchstücke (Dimensionen von einigen Centimetern sind sehr selten) bestehen aus dem eben beschriebenen stark gepressten Grenzgestein, in einem oft sehr feinkörnigen Detritus von Quarz-(und z. Th. Feldspath-)splittern dicht zerstreut; diese Detritusgrundmasse ist von dem erwähnten schwarzen Staub impregniert, ausserdem sind reichlich scharf begrenzte, selten millimetergrosse Eisenkieswürfel als Neubildung in ihr vertheilt. Dagegen ist neugebildeter Quarz hier im Vergleich mit der Breccienplatte Slemmestadoddens augenscheinlich spärlicher vorhanden. Ausser dem schwarzen Staub haben die silurischen Schiefer auch spär-

licher kleine scharfeckige Bruchstücke in der Grundmasse zurückgelassen.

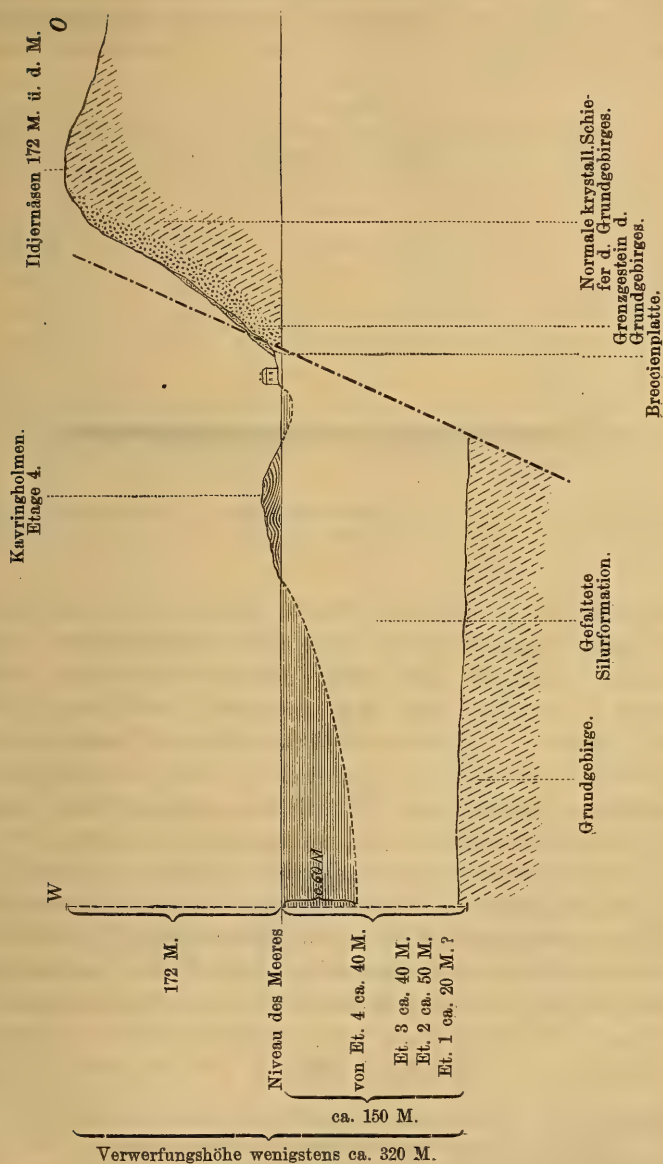
Zu bemerken ist übrigens, dass sowohl in diesem Gestein von Mellemstrand, als auch in dem oben erwähnten entsprechenden Gestein von Slemmestadoddens Abhang, die blauschwarze, beim ersten Anblick scheinbar ausschliesslich aus silurischer Schiefersubstanz bestehende Grundmasse eine sehr feste und harte Consistenz hat, und nicht die Weichheit der silurischen Schiefer besitzt.

Folgende Profilskizze von der der kleinen Insel Kavringen oder Kavringholmen gegenüber gelegenen Küste bei Ildjernet, unterhalb Ildjernsåsen, ist von der Stelle des Abhangs genommen, wo der Abstand zwischen dem Grundgebirge und der Silurformation der kleinste ist*). Auf dem Festlande ist hier an keiner Stelle die Silurformation erhalten; auf Kavringholmen sind gefaltete Schichten der Etage 4 vorhanden. Die Breite des engen Sundes zwischen Ildjernsåsens Abhang und Kavringholmen ist wohl kaum mehr als 40 Meter. An dem steilen Abhang selbst sieht man an mehreren Stellen die Breccienplatte auf dem älteren Brecciengestein, dem »Grenzgestein« des Grundgebirges. Die Gesamthöhe der Verwerfung an dieser Stelle muss wenigstens 172 M. (die Höhe von Ildjernsåsens Abhang) + ca. 150 M. (gesamte Mächtigkeit der gefalteten sil. Etagen) also ca. 320 M. sein.

Das gesunkene Grundgebirge muss sich mit seiner vor der Ablagerung der Silurformation einigermaßen geebneten Oberfläche unterhalb des Fjordbodens zwischen Kavringholmen und Gåsø, Ostø etc. ausdehnen. Denn ung. dieselben gefalteten Schichten der Etage 4, welche bei Ildjernet auftreten, finden wir in Gåsø und Ostø wieder, und einer der grossen Diabasgänge, welcher von Gåsø über Gåsøkalven und Ostø aufsetzt, ist voll von Bruchstücken des unterliegenden Grundgebirges. — Da die grösste Tiefe des Kristianiafjords zwischen Ildjernet und Gåsø nach der Seekarte (Spezialkart over Kristianiafjorden fra Kristiania til Drøbak 1 : 50,000) nur ca. 40 Faden oder ca. 75 M. beträgt, so ist also hier der Boden des Fjords vielleicht an keiner Stelle bis an die gesunkene Oberfläche des Grundgebirges erodirt (wir kennen zwar nicht die Mächtigkeit der losen Bodenablagerungen), oder der Fjord selbst ist vielleicht ausschliesslich in den weicheren Schichten der Silurformation ausgehöhlt. Dasselbe ist auch noch weiter nach Süden hin der

*) Die Höhe und Länge ist wie in Fig. 1 in demselben Maassstab abgesetzt.

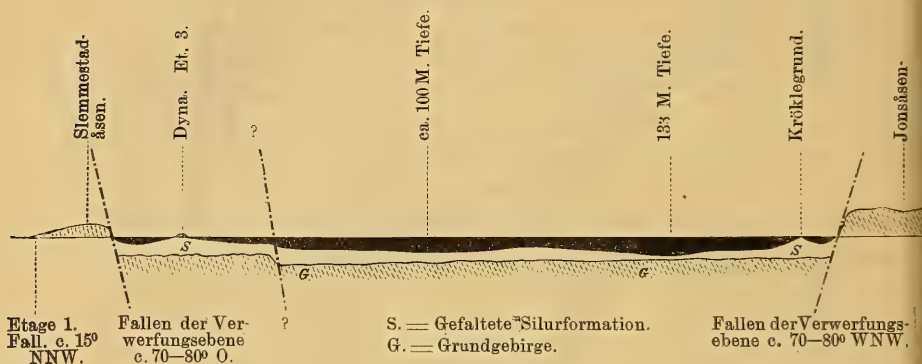
Fig. 3.
Maassstab ung. 1 : 6000.



Fall; z. B. zwischen Slemmestadåsen und Näsodden bei Spro—Krøklebråten, wo die grösste Tiefe ca. 71 Faden oder ca. 133 M. ist; ein Querprofil über den Kristianiafjord zwischen Slemmestadåsen und Jonsåsen mit richtigem Verhältnisse zwischen Länge und Höhe zeigt Fig. 4.

Fig. 4.

Profil des Kristianiafjords zwischen Slemmestadodden und Näsodden (Jonsåsen).
Maassstab 1 : 50000.



Hypothetisch ist in diesem Profil eigentlich nur sehr wenig, so die Linie, welche die Oberfläche des Grundgebirges angiebt und welche natürlich nicht exact gekannt sein kann; ferner ist natürlich von den losen Ablagerungen des Fjorbodens abgesehen. Die mit ? angedeutete Verwerfung soll unten erwähnt werden. Die wesentlichsten Züge des Profils, welche die Verwerfungen zu beiden Seiten des Fjords angeben, sind dagegen nicht hypothetisch, sondern vollkommen sicher bewiesen.

Die Grenzfläche des Grundgebirges in Ekeberg ist schon vielfach von verschiedenen Verfassern erwähnt worden. Zuerst wurde diese Stelle durch den Streit zwischen *Murchison* und *Forchhammer* einerseits und *Keilhau**) andererseits bekannt; die beiden ersten Verfasser meinten aus Beobachtungen an einer Stelle (Kollen bei

*) *Keilhau* in *Gæa Norvegica* I (1838) P. 103 und später III (1850) P. 374-81.

Murchison in *Quart. journ. of geol. soc.* I, 1845, P. 474 und in *Forhandl. v. Skand. Naturf. Møde i Kristiania* 1845.

Forchhammer in *Danske Vid. Selsk. Forhandl.* und in *Report of the 14 meeting. Brit. assoc. etc.* 1845, P. 168, etc.

Bäkkelaget) schliessen zu können, dass hier Uebergänge zwischen der Silurformation und dem Gneis Ekebergs vorhanden wären, und dass der letztere durch Metamorphismus aus den Schichten der ersteren hervorgegangen sei, eine Ansicht, welche von *Keilhau* in starken Ausdrücken bekämpft wurde. Auch *Kjerulf**) schloss sich zuerst der Auffassung *Murchisons* und *Forchhammers* an und meinte, dass der Gneiss bei Bugten durch die Metamorphose der Silurschichten entstanden sei, eine Ansicht, die auf der damaligen Stufe der Wissenschaft sehr natürlich war, und mehr noch in Betracht der schwierigen Verhältnisse der Lokalität »Bugten« verständlich wird; es ist wohl ganz überflüssig zu bemerken, dass *Kjerulf* diese Ansicht schon längst aufgegeben hat.

Schon diese älteren Beobachter hatten hervorgehoben, dass die Grenzgesteine der Grundgebirgsoberfläche nicht wie ein gewöhnlicher Gneiss ausgebildet sind; so wurde namentlich das reichliche Gewebe von Quarzadern hervorgehoben; »der Gneiss selbst ist quarzreich, mit Schwefelkies stark imprägnirt« etc. (*Kjerulf* l. c. P. 274). *Murchison* führte sogar, dem Bedürfnisse einer besonderen Bezeichnung für diese »verworrenen«, fremdartigen Grenzgesteine des Grundgebirges gemäss, den Namen »mock gneiss« ein.

Schon 1874 oder 75 beobachtete ich an einer Stelle oberhalb der Chaussée bei Rütli in Bäkkelaget, welche Stelle damals die »Fuchshöhle« benannt wurde (und noch in meiner Kindheit als solche diente), ein eigenthümliches Brecciengestein, dessen Bildung mir damals noch nicht verständlich war; nicht viel später beobachtete mein Freund, *H. Reusch*, unabhängig von mir, dasselbe Gestein und machte auch Herrn *O. Lang*, als er ihm 1878 die Stelle zeigte, darauf aufmerksam. Herr *Lang* hat später in einer kleinen Abhandlung: »Zur Kenntniss der Alaunschieferscholle von Bäkkelaget bei Kristiania (Zeitschr. f. ges. Naturwiss, B. 52, 1879) dieses zuerst von *Reusch* und mir beobachtete Brecciengestein beschrieben, hat aber in so fern die Bildung der Reibungsbreccie ganz missverstanden, als er dieselbe dem Empordringen eines Eruptivgesteins (er nennt dieses Gestein Porphyrit), welches eine starke mechanische Einwirkung ausgeübt haben soll, zuschreibt**).

*) Geol. d. südl. Norw., Nyt Mag. f. Nat. B. 9, P. 274 (1857).

**) Sieh auch: *H. H. Reusch*: »Die Alaunschieferscholle von Bäkkelaget bei Christiania«. Briefl. Mitth., Neu. Jahrb. f. Min. 1880, 2, P. 96—97 und *O. Lang*: »Die Alaunschieferscholle von Bäkkelaget«. Briefl. Mitth. ebendasselbst, P. 290—292; wenn *Reusch* hier zu beweisen sucht, dass

1882 erwähnte ich in meiner o. c. Abhandlung: »Die silur. Etagen 2 und 3«, P. 220—21 und P. 238, die Grenzzone Ekebergs und sprach hier die Ansicht aus, dass die jetzigen Reliefverhältnisse des Grundgebirges in Ekeberg, als über die tiefer belegene Silurformation an den Inseln und am Fusse Ekebergs aufragend, durch gegenseitige Verschiebung des Grundgebirges gegen die Silurformation zu erklären wäre; als Beweis für diese Auffassung wurde geradé die Reibungsbreccie Bäckelagets angeführt.

In demselben Jahre schloss sich auch mein alter Freund und Mitarbeiter, Dr. *H. H. Reusch*, dieser Ansicht an in seiner wichtigen Arbeit: »Silurfossiler og pressede Konglomerater i Bergenskifrene«, P. 120, Anm. Er beschrieb hier etwas eingehender als frühere Beobachter die eigenthümliche Beschaffenheit des sog. Gneisses Ekebergs und präcisirt die Charakteristik desselben als »eine mechanische Kontaktzone«. Diese Auffassung wurde noch mehr präcisirt in einer späteren Abhandlung desselben Verfassers: »Geol. Notiser fra Kristianiaegnen« (Nyt Mag. f. Naturv., B. 28, P. 134—135), welche Abhandlung Beobachtungen von dem *nördlichen* Abhang Ekebergs enthält.

Während ich in meiner Darstellung die relative Verschiebung des Grundgebirges gegen die Silurformation als eine eigenthümliche Wirkung des Faltungsprocesses aufgefasst hatte, meinte *Reusch*, dass »das Aufrücken des Grundgebirges unabhängig von der Faltung und später als dieselbe« stattgefunden habe.

Nach diesem kurzen Rückblick auf die frühere Litteratur wollen wir die Grenzzone Ekebergs etwas eingehender betrachten.

Herr *Lang* die von *Murchison* etc. untersuchte Stelle nicht besucht hat, so muss ich ihm darin ganz beistimmen, muss aber andererseits Herrn *Lang* in Betreff seines Irrthums unschuldig erklären, da ja *Reusch* sein Führer war. Wenn dieser in Betreff von *Langs* Abhandlung ferner bemerkt: »dass die früheren Beobachter, besonders *Murchison*, von den ihnen zugeschriebenen Irrthümern im Wesentlichen freizusprechen sind, folgt von selbst«, so kann ich damit durchaus nicht einverstanden sein. *Murchisons* Profil ist nach meiner Ansicht nicht glücklich aufgenommen—, es ist beinahe, wie *Keithau* bemerkt: »ein reines Traumbild«. Es kann wohl wegen der kurzen, darauf verwandten Zeit und mehr noch, wenn man die Unvollkommenheit der zu jener Zeit gelieferten Profile im Allgemeinen (die genauen Detailprofile der Jetztzeit waren damals noch nicht bekannt) berücksichtigt, entschuldigt werden, die Irrthümer des Profils sind aber da und können auf *Langs* Kosten nicht ausgetrichen werden. Eine andere Sache ist die, dass auch *Lang* selbst die Lokalität nicht besonders befriedigend untersucht hat.

Ekeberg bildet S und S-O von Kristiania eine plateauartige Berg-höhe, welche zwischen Oslo und Bryn ung. nach N oder NNW gegen das Kristianiathal und zwischen Grønlien und Ljan ung. nach WSW gegen den Kristianiafjord einen steilen Abhang bildet. Die Höhe dieses übrigens ziemlich unebenen Plateaus ist ung. 130 bis 150 M.; auf diesem Plateau erheben sich nun wieder die Ryenberge, die Brandberge etc. als ein neuer Absatz zu grösserer Höhe, oder ung. 200 M. ü. d. M. Ekeberg selbst besteht, wie bekannt, aus krystallinischen Schiefen des Grundgebirges; längs dem ganzen nördlichen Abhang lehnen sich die gefalteten, steil aufgerichteten Schichten der Silurformation am Fuss des Abhangs an das Grundgebirgsplateau an; ebenso grenzen die Silurschichten unmittelbar an das Grundgebirge an ein paar naheliegenden Stellen des westlichen Abhangs, nämlich in der kleinen Kuppe: »Kollen« zwischen Bugten und Knepe, ferner ein wenig weiter südlich, oberhalb Rütli, an der Stelle der Chaussée, wo der Weg von Ormö ausmündet. Diese Grenzpunkte gegen die Silurformation namentlich sind von besonderem Interesse, und wir werden dieselben also jetzt näher betrachten, indem wir zuerst den westlichen Abhang Ekebergs vornehmen*).

Die Schichten der krystallinischen Schiefer Ekebergs streichen im Ganzen NNW—SSO, mit dem Fallen ung. nach WSW, theils ca. 45°, theils auch steiler. Längs der Chaussée von Grønlien nach Bäckelaget und längs der Eisenbahnlinie der Smålandsbahn ist an zahlreichen Stellen minirt und dadurch das frische Gestein entblösst.

Reusch schreibt (l. c. P. 120, Anm.) über den Gneiss Ekebergs folgendes: »Das Aussehen des Grundgebirges längs dieser Grenze ist recht auffallend; es ist ein quarzreicher, ziemlich massiger Gneiss, z. gr. Th. Chloritgneiss, welcher Pegmatitadern enthält und reichlich von chloritbelegten Spalten durchsetzt ist. Zum Theil hat der Gneiss ein breccienähnliches Aussehen, indem er in grössere oder bisweilen auch ganz kleine Stücke, welche, ohne von einem hervortretenden Bindemittel zusammengekittet zu sein, gegen einander etwas verschoben sind, zerbröckelt ist; theils wird das Gestein von zahlreichen kleinen »Hornstein«- und Quarzadern durch-

*) Für das Verständniss des Folgenden mag auch gern die kleine Kartenskizze von »Bäckelaget und Kollen« in *Reusch's* Abhandlung, l. c. P. 120, obwohl nicht ganz exact, benutzt werden.

schwärmt. Diese letzteren bilden bisweilen ein so ausgebildetes Netzwerk, dass das Gestein eine von Quarz zusammengekittete Quarzbreccie wird; der Insel Sjursö gegenüber kommt eine grössere Quarzmasse vor. Bei Bäckelaget ist namentlich eine Breccie ausgebildet. Die Breccie ist theils Gneiss, von ziemlich reinem Quarz mit Hohlräumen, worauf Bergkrystalle ausgebildet sind, zusammengekittet; theils sieht man auch grössere Bruchstücke durch zusammengekitteten Gneissdetritus verbunden, endlich tritt als Bindemittel eine helle, violettartige, graue, feinkörnige Masse, am nächsten ein Porphyry auf; in diesem ist an einer Stelle ein wenig Zinkblende bemerkt«. — — —

Diese kurze Beschreibung *Reusch's* ist in all ihrer Kürze das Beste, was bis jetzt über diese Grenze geschrieben ist; nur bedarf sie in einigen Punkten näher präcisirt zu werden.

Die unveränderten, normalen, krystallinischen Schiefer Ekebergs näher zu beschreiben, hat hier keinen Zweck; sie sind an mehreren Stellen gut entblösst, so z. B. bei Grönlien, ferner in dem etwas vorspringenden Berge »Lorsaberget« oberhalb »Skovli« in Bäckelaget etc.; dieselben sind quarzreiche, oft granatführende Biotitgneisse*), auch granat- und titanitführende Biotit-Hornblendegneisse etc. Natürlich variiren die Gesteine, wie gewöhnlich im Grundgebirge, recht viel; die Struktur und Zusammensetzung ist aber durchaus normal und bietet nichts Ungewöhnliches dar. Die zusammensetzenden Mineralien sind: Orthoklas, Mikroklin, beide reichlich, Plagioklas spärlich, Quarz oft reichlich, schwarzgrüner Biotit mehr oder weniger reichlich und bisweilen mit etwas Kaliglimmer, schwarzgrüne Hornblende, oft noch reichlicher als der Biotit, Granat in sehr unreinen »Nüssen«, z. Th. auch Cordierit, namentlich das erstere dieser Mineralien häufig und in Menge, Titanit, Apatit, Titaneisen und Magneteisen etc.

Schon *O. Lang* hat bemerkt, dass der normale Biotitgneiss keinen Eisenkies führt.

Diese gut schiefrigen, schwarz und weiss gebänderten, durch die Granatnüsse oft wie mit Blutropfen gefärbten Gesteine zeigten nun näher der Verwerfungsgrenze häufig insofern eine veränderte Beschaffenheit, als der Biotit mehr oder weniger von einem Chlorit-mineral ersetzt ist; z. B. von den durchgesprengten Felswänden östlich vom Bahnhof Bäckelaget habe ich Handstücke eines reinen

*) *O. Lang* hat l. c. einen solchen beschrieben.

Chloritgneisses eingesammelt. Das Chloritmineral scheint unzweifelhaft, wie schon *Lang* und *Reusch* bemerkt haben, aus dem Biotit durch Umwandlung desselben hervorgegangen zu sein*). Ausser dem Chloritmineral ist auch reichlich Kalkspath gebildet; auch sind die Feldspathe in der Regel stark zersetzt, der Titanit zeigt eine ungewöhnlich deutliche, vielleicht als Druckerscheinung aufzufassende Spaltbarkeit etc.; das Chloritmineral dieser Gesteine verhält sich oft beinahe isotrop. Es sind in diesem Gestein, wie von *Reusch* bemerkt, auch zahlreiche mit Chlorit angefüllte grössere und kleinere Spalten vorhanden; ebenso werden hier auch schon Quarzadern, oder stellenweise offene mit Quarzkrystallen ausgekleidete Spalten häufig. Es muss aber meiner Ansicht nach scharf zwischen diesen quarzgefüllten Spalten und den Pegmatitadern und Gängen unterschieden werden; diese letzteren sind, ebenso wie amphibolitische Gänge, älter, sie gehören dem Grundgebirge an und für sich an und haben nicht, wie *Reusch* meint (Geol. Notiser l. c. P. 135), etwas mit der Verwerfung längs dem Abhang Ekebergs zu schaffen, sie sind auch nicht häufiger, als an zahlreichen anderen Stellen ausserhalb der Verwerfungslinie. Die Quarzadern dagegen sind jünger und in Verbindung mit der Verwerfung gebildet; sie führen aber auch nur ganz ausnahmsweise neben Quarz in spärlicher Menge Feldspath, nämlich einen weissen oder röthlichen Albit; ob auch Mikroklin in den Quarzadern vorkommt, dessen bin ich nicht ganz gewiss, obwohl ich in einem Falle Mikroklin zu beobachten glaubte. Die Quarzadern und die Chloritspalten durchsetzen überall die älteren Pegmatitadern. Dass die Pegmatitadern nichts mit den längs der Verwerfung stattgefundenen Bildungen zu schaffen haben, wird auch dadurch bestätigt, dass sie an den Stellen, wo die eigentlichen Breccienbildungen der Grenze gut ausgebildet sind, gänzlich fehlen.

Näher der Verwerfungsgrenze werden die Quarzadern zahlreicher; »das Gestein wird eine von Quarz zusammengekittete Gneissbreccie«, wie schon von *Reusch* bemerkt ist. Dies findet aber in noch bei weitem grösserem Grade statt, als wahrscheinlich selbst von *Reusch* angenommen wurde; denn längs der Grenze ist in relativ bedeutender Mächtigkeit in grosser Ausdehnung kein Gneiss mehr

*) Es ist dies ja eine ganz gewöhnliche Umwandlung des Biotit; namentlich findet man dieselbe sehr häufig in den Biotitplatten unserer Pegmatitgänge, bei Moss, Arendal etc.

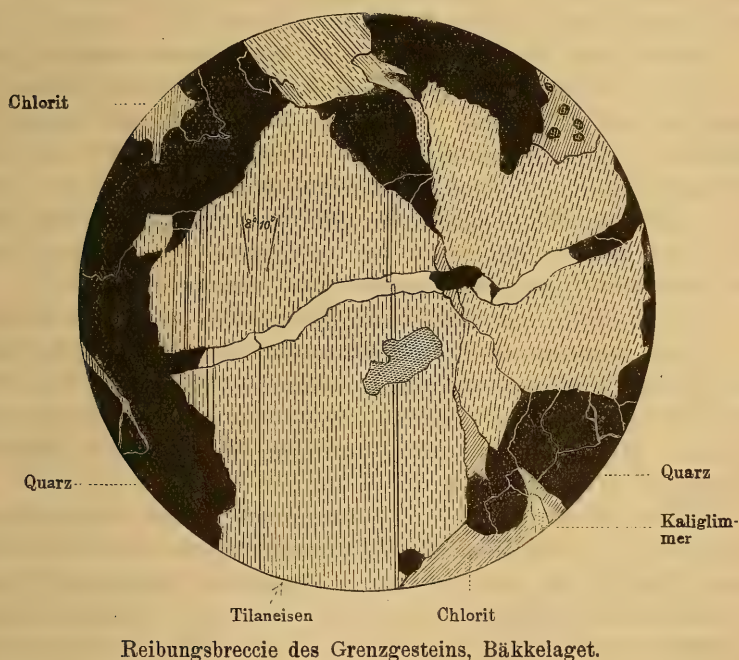
vorhanden, sondern Brecciengesteine, aus oft ganz fein zerriebenem und wieder verkittetem Gneissdetritus gebildet. Beim näheren Studium kann man ganz gut verschiedene Stadien von Breccienbildungen auseinander halten.

Einige Handstücke, auf der Höhe hinter der alten Fuchshöhle oberhalb Rütli eingesammelt, bestehen aus einem durchaus ungeschichteten Gestein mit folgenden Eigenschaften: Die Hauptmasse des Gesteins bildet eine grüne, feinkörnige bis dichte Grundmasse, worin grössere und kleinere (gewöhnlich höchstens einige Centimeter, seltener bis kopfgrosse) noch ganz gut begrenzte, weiss und grünschwarz gesprenkelte Bruchstücke um einander zerstreut liegen. Die grüne *Grundmasse* besteht aus feinstem Detritus der Gneissmineralien Quarz, Orthoklas, Mikroklin, Oligoklas, in ein Chloritmineral (im Folgenden kurzweg als Chlorit bezeichnet) umgewandelten Glimmerschuppen etc. von neugebildetem Quarz (oft in regelmässigen Prismen), Plagioklas und recht reichlichem Chlorit, zu einem sehr festen Gestein verkittet; ferner enthält diese Grundmasse reichlich Eisenkies in regelmässigen Würfeln, bisweilen mehrere Millimeter gross. Die *Bruchstücke* bestehen nicht mehr aus unverändertem Gneiss, sondern aus einem stark zerquetschten, oft stark umgewandelten Gestein mit reichlich neu gebildeten Mineralien und mit, der Quetschung wegen, veränderter Struktur. Der Biotit des Gneisses ist dabei durchgehends in grünen Chlorit, der Orthoklas grösstentheils in Kaliglimmer und andere Zersetzungsprodukte umgewandelt. Endlich sind öfters sowohl die Bruchstücke als die Grundmasse von Quarzadern etwas späterer Bildung durchzogen, wobei neue Zerberstungen und Verschiebungen des schon vorhandenen Brecciengesteins stattgefunden haben.

Bei etwas weiter fortgeschrittener Zermahlung des ursprünglichen Gneissgesteins ist makroskopisch der Brecciencharakter schon weniger hervortretend. Die noch vorhandenen Bruchstücke haben, bis zu diesem Grade sind sie zerquetscht, kaum mehr den Charakter von solchen, ihre Grenzen sind vollständig verwischt (auch u. d. M.), indem sie in einzelne Körner aufgelöst sind, welche sich mit neugebildeten Mineralien innig vermischt haben. Makroskopisch sieht das Gestein aus wie ein massiges Gestein mit im Ganzen grüner Farbe, von eingesprengten weissen Plagioklas- und Orthoklaskörnern, grauen Quarzbrocken und schwarzgrünen Chloritschuppen gleichmässig bunt gefleckt. Dieselbe Quetschung, welche oben von dem Gestein von Ildjersåsen beschrieben wurde, ist gewöhnlich auch hier

zu beobachten. Es ist in der Regel schwierig zu sagen, was Neubildung ist, und was man als Detritus der zerquetschten älteren Gesteine ansehen muss; sowohl Quarz als verschiedene Feldspathe und Chlorit, ebenso wie Eisenkies sind nämlich äusserst reichlich neu gebildet. Um einen sicheren Beweis für die Neubildung von Feldspath (im vorliegenden Falle, Plagioklas, Oligoklas) anzuführen, habe ich eine Stelle eines Präparates aus einem Handstücke von dem Abhang oberhalb Rütli abgezeichnet; Fig. 5.

Fig. 5.



Die Figur zeigt in etwa 40-facher Vergrösserung einen Theil eines Bruchstückes, in welchem ein grösseres Oligoklas-Individuum hervortritt; dasselbe ist in mehrere ausgefranzte Theile zerbröckelt, welche theilweise mit Chlorit verkittet sind; dann ist wieder eine feine Spalte durch die aneinandergesprenten Theile aufgesprungen, und so nachträglich diese Spalte theils mit neugebildetem Feldspath, theils mit Quarz gefüllt. Der Quarz der Spaltenfüllung hat dieselbe Orientirung wie die umgebenden Quarzindividuen

und ist auch mit Flüssigkeitseinschlüssen versehen (ihre Libelle verschwand nicht bei 140°); der Feldspath der Spaltenfüllung hat genau dieselbe Orientirung wie die beiderseits umgebenden Feldspaththeile und besitzt auch dieselben Auslöschungswinkel; die Zwillingslamellen setzen sich von beiden Seiten der Spalte nach der Mitte hin fort; da die beiden Theile jederseits der Spalte etwas verschoben sind, muss demnach an der Mitte der Spalte die Zwillingsgrenze einen Knick machen. — Der neugebildete Feldspath ist in gewöhnlichem Licht von dem älteren leicht zu unterscheiden, indem er ganz frisch, hell und durchsichtig ist, während der ältere Feldspath stark von filzigen Zersetzungsprodukten, die wie Kaliglimmer aussehen, getrübt erscheint. — — —

Stellenweise kann man hier auch Handstücke sammeln, die, weil ganz gleichmässig grün gefärbt und ohne makroskopisch sichtbare Bruchstücke, leicht von dem Beobachter als homogene, massige Gesteine genommen werden könnten; es sind dies eben die am stärksten zerriebenen Detritusgesteine.

Auffälliger Weise ist in diesen Brecciengrundmassen der Kalifeldspath sehr zurücktretend; der neugebildete Feldspath scheint überwiegend Plagioklas, Oligoklas, und Albit zu sein.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass es diese eben beschriebenen grünlichen, äpfelgrünen bis grünlichgrauen Grundmassen der Brecciegesteine sind, welche von *O. Lang* als *Porphyrite**) aufgefasst wurden; denn andere Gesteine, welche er dafür hätte nehmen können, finden sich in Bäckelaget an dem Abhang Ekebergs meines Wissens nicht.

Eine zweite Gruppe von Grenzgesteinen des Grundgebirges bilden auch am Westabhange Ekebergs diejenigen Breccien, welche makroskopisch oft ziemlich homogen aussehen und ohne nähere Untersuchung vielleicht für Quarzite (obwohl ohne Schichtung) gehalten werden könnten. Diese weisen, zahlreiche mit Quarzkristallen ausgekleidete Hohlräume zeigenden Gesteine lernten wir schon

*) *O. Lang* giebt an, dass eine isotrope Substanz in der Grundmasse vorhanden sei; ich habe eine solche nicht beobachten können. Der Porphyrit *Lang's* soll aus 74,18 % Quarz, 16,11 Kalknatronfeldspath, 2,83 Orthoklas, 1,83 Chlorit, 1,46 Eisenoxydhydrat, 0,46 Eisenkies (2.48 Rest) bestehen, und einen Kieselsäuregehalt von 85,28 Procent besitzen. Eine wunderbare Porphyritzusammensetzung! Ein gutes Beispiel davon, was eine alzu schematische Stubensystematik der Petrographie ohne Rücksicht auf die geologischen Verhältnisse im Felde leisten kann!

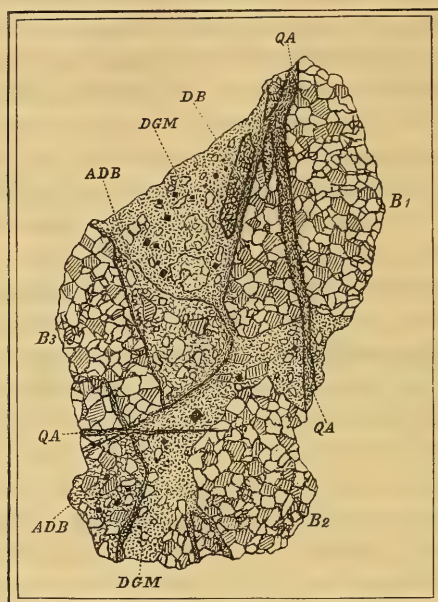
oben von Slemmestadåsens Abhang als nächste Unterlage der Breccienplatte, ferner von Ildjernsåsens Fuss kennen; auf der Strecke Grönlien—Bäckelaget kommen sie namentlich an einer Stelle, der Insel Sjursö gegenüber, vor, welche Stelle früher jedenfalls gewöhnlich mit dem Namen »Helvede« (die Hölle) bezeichnet worden ist. Dieser Name ist insofern auch für unsere Untersuchung von Interesse, als derselbe während des Baues der Chaussée von den Arbeitern eingeführt wurde, weil das Gestein, das an der früher absolut steilen Wand dieser Stelle in bedeutender Breite für den Wegkörper weggesprengt werden musste, so »höllisch« hart war, dass man mit den damaligen Minirungshülfsmitteln nur ganz langsam avancirte. *Reusch* fasste das Gestein dieser Stelle als »eine grössere Quarzmasse« auf (siehe oben); dies ist nun zwar nicht ganz correct, denn es liegt hier eben ein Brecciengestein von derselben Beschaffenheit vor, wie die oben beschriebenen weissen Breccien-gesteine von Slemmestadåsens und Ildjernsåsens. Eine nähere Beschreibung derselben würde grösstentheils nur ein Wiederholen der schon oben gegebenen Darstellung sein, weshalb ich dieselbe hier unterlassen kann.

Ein ähnliches, obwohl deutlicher breccienartiges Gestein habe ich auch von einer Stelle am Abhang oberhalb »Yttre Bäckelaget« mitgebracht. Ein grosser Dünnschliff (von dem Präparant A. Andersson am Min. Institut d. Univ. Stockholm verfertigt), in Fig. 6 in natürlicher Grösse dargestellt, giebt über die Beschaffenheit desselben eine gute Vorstellung.

B₁, B₂ und B₃ sind drei grössere Bruchstücke eines älteren, aus Mikroklin, Quarz und Oligoklas, sehr wenig in Chlorit umgewandelten Biotit und Spuren von Kaliglimmer bestehenden, mittelkörnigen Gesteins; die Struktur desselben ist massig, das Gestein ist aber ziemlich stark gequetscht, so dass die ursprüngliche Struktur wohl nicht mehr vorhanden ist; diese Bruchstücke liegen in einer nicht allzu reichlichen Grundmasse von Detritus der eben erwähnten Mineralien; die Detritus-Grundmasse (D.G.M.) enthält ausserdem reichlich Eisenkies, in kleinen Würfeln, Quarz, in 6-seitigen Prismen, und Kalkspath als neugebildete Mineralien. Neben den noch relativ ursprünglich erhaltenen grösseren Bruchstücken finden sich auch kleine, aus einem schon früher erhärteten Detritusgestein bestehende Bruchstücke (D.B.); diese unterscheiden sich ihrer Zusammensetzung nach nicht von der jüngeren Detritusgrundmasse, in welcher sie liegen, tragen aber die Spuren einer

starken Quetschung, namentlich dadurch, dass die Quarz- und Feldspathsplitterchen, aus denen sie namentlich bestehen, mit ihrer Längsausdehnung z. Th. einigermaßen parallel angeordnet sind.

Fig. 6.



An das Bruchstück B_3 sieht man sowohl rechts als unten gut abgegrenzte Partien stossen, welche aus einem Detritus von etwas anderer Beschaffenheit als die normale Detritusgrundmasse bestehen. Während diese letztere nämlich aus ganz feinkörnig zerbröckelten, ziemlich gleichmässig grossen Splittern besteht, zwischen welche nur spärlich grössere Körnchen vertheilt sind, ist an den erwähnten Stellen nur ein anfangendes Zerbröckeln vorhanden; es zeigen sich hier vorherrschend grössere Körner, ung. von derselben Korngrösse, wie im relativ unveränderten Bruchstück, zwischen welchen der gewöhnliche feinsplittrige Detritus relativ spärlich eingekeilt ist. Bemerkenswerth ist es, dass diese anfangende Detritation der Bruchstücke so wohl abgegrenzt ist, indem augenscheinlich ung. die Form des Bruchstücks, welche es vor dem Anfang des Zerbröckelns hatte, ziemlich gut erhalten ist.

Was übrigens die Grenzen der Bruchstücke $B_1, 2, 3$ betrifft, so sind dieselben zwar recht scharf; doch sind z. B. die Quarz-

körner zackig zerfrant und schliessen angrenzende Theile des feinen Detritus ein.

Als spätere Bildung setzen endlich Quarzadern sowohl durch die Bruchstücke als durch die Detritusgrundmasse; auch bei der Bildung dieser Quarzadern haben Verschiebungen in der Masse stattgefunden, denn auch sie sind bisweilen mit feinem Detritus gefüllt. Endlich ist als Zersetzungsprodukt des Eisenkieses oft reichlich Eisenoxydhydrat durch die ganze Masse abgesetzt.

Sichere Beweise für die Neubildung von Feldspathen habe ich in diesem Gestein nicht gefunden.

Charakteristisch für diese Gruppe der Grenzbreccien des Grundgebirges, welche als sehr quarzreiche, äusserlich oft quarzitähnliche, harte, weisse, helle Gesteine erscheinen, ebenso für Gesteine des eben beschriebenen Habitus ist es — im Gegensatz zu der oben erwähnten Gesteinsgruppe mit grünlicher Grundmasse — dass sie in der Grundmasse nur sehr spärliche oder gar keine chloritische Mineralien führen. Vielleicht könnte dies wohl davon herrühren, dass sie aus biotit—(resp. chlorit—)-armen Gesteinen entstanden seien; wahrscheinlicher scheint es mir jedoch, dass diese beiden Gruppen der Brecciengesteine auf etwas verschiedene Weise, unter etwas abweichenden Bedingungen gebildet sein dürften. Denn obwohl vielleicht keine scharfen Grenzen zwischen diesen beiden Gruppen sich ziehen lassen, ist ihre Verbreitung doch örtlich getrennt, so dass sie nicht an derselben Stelle zusammen auftreten. Wenn man aus dem Umstand, dass die überall in diesen Gesteinen reichlich auftretenden jüngeren Quarzadern keinen Chlorit führen, folgern dürfte, ferner in der Erinnerung festhält, dass in dem Abhang Slemmestadäsens die jüngst gebildete Breccienplatte unmittelbar auf dem quarzitähnlichen Brecciengestein angeheftet ist, so wäre es vielleicht nicht allzu gewagt zu schliessen, dass die Gruppe der quarzitähnlichen Brecciengesteine überhaupt eine relativ jüngere Bildung seien, obwohl ich nicht in der Lage bin einen zw. genden Beweis hierfür zu liefern.

An keiner mir bekannten Stelle ist das jüngste Quarzadernnetzwerk so grossartig ausgebildet, wie in dem kleinen kuppenförmigen Berg »Kollen«*) zwischen Bugten und Kneppe, westlich von dem

*) Auf mehreren Karten, z. B. auch auf der neuen Karte von der Umgegend von Kristiania, Bl. II (1 : 25,000), wird dieser Berg Fredkollen genannt; ich habe in 15 Jahren jeden Sommer in der Nähe dieser Stelle gewohnt, habe aber diesen Namen nie gehört.

Bahnhof der Eisenbahnstation Bäckelaget; die Menge der Quarzadern ist hier so gross, ihr Gewebe so dicht, dass das Gestein vielleicht stellenweise zur Hälfte aus Quarzadern besteht; das von den Adern verkittete Gestein ist jedenfalls z. Th. selbst wieder ein Brecciengestein, das ich aber nicht näher untersucht habe. Dieses Quarzaderngestein wird am westlichen Abhang Kollens unmittelbar von der Silurformation überlagert. Da die auflagernden Silurschichten, sowohl im Kollen als in »Kneppeskjæret«, selbst auch von Quarzadern reichlich durchsetzt sind, so ist die Bildung der jüngsten Quarzadern demnach eine relativ späte Bildung in der Geschichte dieser Verwerfungsgrenzzone und aus einer Zeit herührend, wo die Silurformation zum Grundgebirge relativ ung. ihre jetzige Lage eingenommen hatte.

Schon vor dem Eintreten dieser relativen Lagerungsverhältnisse hatte sich aber an einer anderen Stelle des Abhangs Ekebergs, nämlich oberhalb Rütli, etwas südlich von der Stelle, wo der Weg von Ormö an der Chaussee ausmündet, zwischen dem schon früher gebildeten Grenzbrecciengestein des Grundgebirges und den ältesten Schichten der Silurformation ein Eruptivgestein eingeschaltet, dessen Zusammensetzung und Verhältniss zu der Verwerfung wir jetzt vor uns nehmen wollen (sieh Fig. 10, unten, Pag. 144).

Makroskopisch ist dieses Gestein dicht bis sehr feinkörnig und von rein grünvioletter Farbe; in der dichten Masse sieht man nur spärlich kleine rektanguläre Einsprenglinge von Feldspath (welche makroskopisch übrigens noch häufiger fehlen) ferner reichlich zerstreute Eisenkieswürfel; ausserdem ist das ganze Gestein von zahlreichen feinen oder gröbern, mit Quarz und Kalkspath gefüllten *Adern* durchwoben. U. d. M. zeigt es eine gleichmässig körnige Grundmasse mit ziemlich reichlichen rektangulären Durchschnitten von kleinen *Feldspatheinsprenglingen*, grösstentheils aus Orthoklas, z. Th. auch aus Plagioklas (Oligoklas) bestehend, deren Dimensionen oft ganz klein, z. Th. auch kleiner als die Körner der Grundmasse sind. Die *Grundmasse* besteht aus unregelmässig begrenzten Feldspathindividuen, welche gleichsam mikropertthitisch mit anderen eingeschlossenen, zerstreuten Feldspathkörnchen durchwachsen sind. Zu bestimmen, ob Orthoklas oder Plagioklas (Albit?) hier in den winzigen Einschlüssen vorhanden war, gelang mir nicht. Quarz ist in der Grundmasse relativ nur wenig vorhanden. Ausserdem beherbergen die Körner der Grundmasse in zurücktretender Menge kleine Knauer, Fäden, Schuppen und feinste

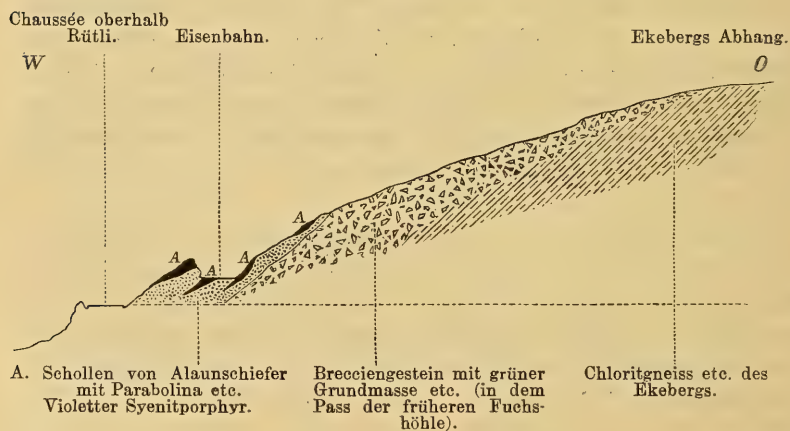
Fasern eines von Eisenoxydhydrat durchdrungenen zersetzten chloritischen Minerals, das vielleicht ein zersetzter Biotit sein dürfte. Sowohl die Feldspathkörner der Grundmasse, als die Einschlüsse derselben sind z. Th. voll von Poren, welche wie Gasporen aussehen, obwohl ich dieselben ihrer minimalen Dimensionen und der relativ starken Zersetzung des Gesteins wegen nicht näher bestimmen konnte. Magneteisen oder andere oxydische Eisenerze kommen in der Grundmasse nicht vor. Unter dem Mikroskop sind die erwähnten Adern noch zahlreicher, so dass selbst in einem Dünnschliff eine sehr bedeutende Anzahl gezählt werden kann; dieselben sind mit Quarz, daneben, untergeordnet, mit ein wenig Kalkspath, Kaliglimmer und Chlorit gefüllt; ausserdem sind in diese Adern die zahlreichen auch makroskopisch auffallenden Eisenkieswürfel abgesetzt, denn in dem Gestein selbst kommen sie ausserhalb dieser Adern nicht vor. Bemerkenswerth ist dabei das schon von *O. Lang* (l. c. P. 798) erwähnte Verhältniss, dass »die Kieskrystalle mit ihren scharfen Ecken und Kanten in das primäre Gesteinsgemenge hineingreifen«, obwohl sie ganz entschieden von secundärer Bildung sind, indem sie nur in Adern und selten in kleinen Hohlräumen des Gesteins als erste Bildung vorkommen; der Quarz in den Adern ist später als der Eisenkies auskrystallisirt.

Dieses Gestein ist meiner Erfahrung nach am nächsten mit den Gängen dichter Syenitporphyre, welche auch an manchen anderen Stellen, namentlich zwischen den älteren Schichten der Silurformation des Kristianiagebiets injicirt sind, zusammenzustellen; seine petrographische Stellung wage ich nicht eher mit voller Sicherheit festzustellen, bis Analysen des Gesteins selbst und der Feldspathe desselben vorliegen*).

*) *O. Lang* fasst dieses Gestein als Diabasporphyrit auf, indem er einen grösseren Theil des SiO_2 Gehalts als den Quarzadern angehörig abstrahirt; dagegen spricht jedoch, dass der K_2O -Gehalt (1,88) höher als der Na_2O -Gehalt (0,76) ist; der CaO -Gehalt kann auch nicht für Kalkfeldspath aufgenommen werden, weil ein grösserer Theil desselben gewiss dem Kalkspath der Adern zugehört. Augit, welchen *Lang* zu bestimmen meinte, habe ich nicht sicher entdecken können; ganz kleine mit recht lebhaften Interferenzfarben leuchtende Knauer, welche spärlich zerstreut sind, scheinen mir eher als Titanit oder Epidot gedeutet werden zu müssen; auch habe ich in meinen Präparaten keine Spur der von *Lang* erwähnten isotropen Grundmasse entdecken können, falls dieselbe nicht etwa das chloritische Mineral wäre? Doch muss ich bemerken,

Was das Vorkommen des Gesteins betrifft, ist zu bemerken, dass dieses eigenthümliche Eruptivgestein gerade an der Grenze zwischen den oben erwähnten Brecciengesteinen des Grundgebirges mit grünlicher, chlorithaltiger Grundmasse und den von *Kjerulf* (partim) und später von *O. Lang*, von mir und von *H. Reusch* an der Bahnlinie oberhalb Rütli erwähnten Alaunschieferschollen injicirt war. Folgende Profilskizze habe ich nach der Erinnerung der Verhältnisse, sowie sie sich 1878, während der Anlage der Eisenbahnlinie, präsentirten, zu construiren versucht; obwohl diese Skizze, wie alle Profile, welche nicht an Ort und Stelle gezeichnet sind, selbstredend nicht sehr genau sein kann, dürften die wesentlichen Züge derselben dennoch richtig sein; die Mächtigkeit des älteren Brecciengesteins habe ich nicht bestimmt, und dieselbe lässt sich auch nur schwierig selbst nur annähernd bestimmen.

Fig. 7.



Wie diese Profilskizze zeigt, waren an der angeführten Stelle mehrere Schollen von Alaunschiefer (nicht wie *Lang* angiebt, nur eine) vorhanden, von welchen eine *auf* dem erwähnten Eruptivgestein, mehrere andere als parallele Linsen *in* demselben eingelagert waren; die grösste dieser Schollen hatte nach *Lang* bei einer Mächtigkeit von ca. 1—2 Meter, eine Länge von ung. 40' (?) nach dem Streichen. In einer dieser Schollen fand ich eine Kalk-

dass *Lang* vielleicht etwas abweichende Varietäten untersucht hat, indem er angiebt, dass das von ihm untersuchte Gestein *grünlich grau* gewesen sei.

linse mit *Parabolina spinulosa*, Wahlenb. & *Orthis lenticularis*, Dalm. Dieses Vorkommen ist, was das Verhältniss zwischen dem Eruptivgestein und dem Alaunschiefer betrifft, genau dasselbe wie am Nordabhang Ekebergs (zwischen Alaunschiefer und Porphyry) und in Piperviksbakkens Profil (zwischen schwarzem Schiefer der Etage 1c (?) und dichtem Porphyry, siehe: Die sil. Et. 2 und 3, P. 239); auch an diesen beiden Stellen ist ein ähnliches Porphyrgestein nahe an der Grenze zwischen dem Grundgebirge und den ältesten silurischen Schiefen in den Schichten dieser letzteren injicirt und hat dabei z. Th. Schollen der Schiefer selbst eingeschlossen.

Wenn dieses Gestein mit seiner charakteristischen *violetten* Farbe ausgebildet ist, lässt es sich erkennen; stellenweise ist es aber weisslich oder gelblich grau und, nach dem, was schon *Lang* angiebt, grünlich grau, und dann ist es *makroskopisch* von der äpfelgrünen Grundmasse der oben beschriebenen Breccien-gesteine wohl nicht leicht zu trennen. Indessen finde ich in meinen Notizen nichts davon erwähnt, dass der Syenitporphyry durch eingeschlossene Bruchstücke von Gneiss etc. breccienartig aussehe; auch meine Handstücke zeigten keine Bruchstücke, und *Lang* erwähnt ebenfalls, dass er Gneissfragmente in diesem Gesteine nicht gefunden habe.

Dagegen ist der Syenitporphyry selbst späterer Bewegung ausgesetzt gewesen, welche ihn z. Th. breccienartig zerbröckelt hat; bei den grösseren Alaunschieferschollen hat er keinen Brecciencharakter, ist aber, wie erwähnt, von zahlreichen Quarzadern durchwoben, wobei stellenweise auch kleinere und grössere Verschiebungen der aufgespaltenen Bruchstücke stattgefunden haben; dagegen habe ich vor der Anlage der Bahnlinie an einer Stelle südlich von den grösseren Alaunschieferschollen eine dünne *Breccienplatte*, gleichsam an die Felsenoberfläche angeleimt, in kleinen Resten gefunden. Diese Breccienplatte, welche genau derjenigen von dem Abhang Slemmestadäsens N. von Grundvik entsprach, bestand aus Bruchstücken des Syenitporphyrs, mit einer von Alaunschiefersubstanz schwarz gefärbten Grundmasse verkittet; auf späteren Exkursionen (1884) habe ich solche Reste der »Breccienplatte« nicht beobachtet; auch *Reusch* erwähnt (l. c. P. 120) doch eine Porphyrbreccie von jüngerem Datum.

Die kleinen Alaunschieferschollen und Fetzen oberhalb Rütli sind an der Stelle, wo sie sich jetzt befinden, nur die ganz spär-

lichen Reste der grösseren Masse der Silurformation; dass sie nach der grossartigen Denudation hier überhaupt aufbewahrt sind, muss meiner Erfahrung nach (conf.: Die sil. Etagen 2 und 3, P. 235, P. 238 etc.) eben dem beschützenden härteren Syenitporphyr zugeschrieben werden.

So wie sie da liegen, markiren sie aber eine bestimmte Phase der ganzen Geschichte der Verwerfung längs dem Abhang Ekebergs, welche wir ohne diese Reste kaum hätten verstehen können.

Um dies näher zu beleuchten, werden wir uns zur Untersuchung der altberühmten, von *Murchison* und *Forchhammer* erwähnten Lokalität »Kollen«, zwischen Bugten und Kneppe, wenden.

Murchison erwähnte, wie bekannt, von dieser Stelle »alun schist passing into chlorite schist and gneiss«; *Kjerulf* erwähnte (Geol. d. südl. Norw. I. c. P. 274) auch unten am Strande an der Grenze gegen das Grundgebirge »Streifen und Partien eines schwarzen Schiefers«, welchen er aber nicht als Alaunschiefer, sondern als der Etage 4 oder 3 angehörig betrachtete.

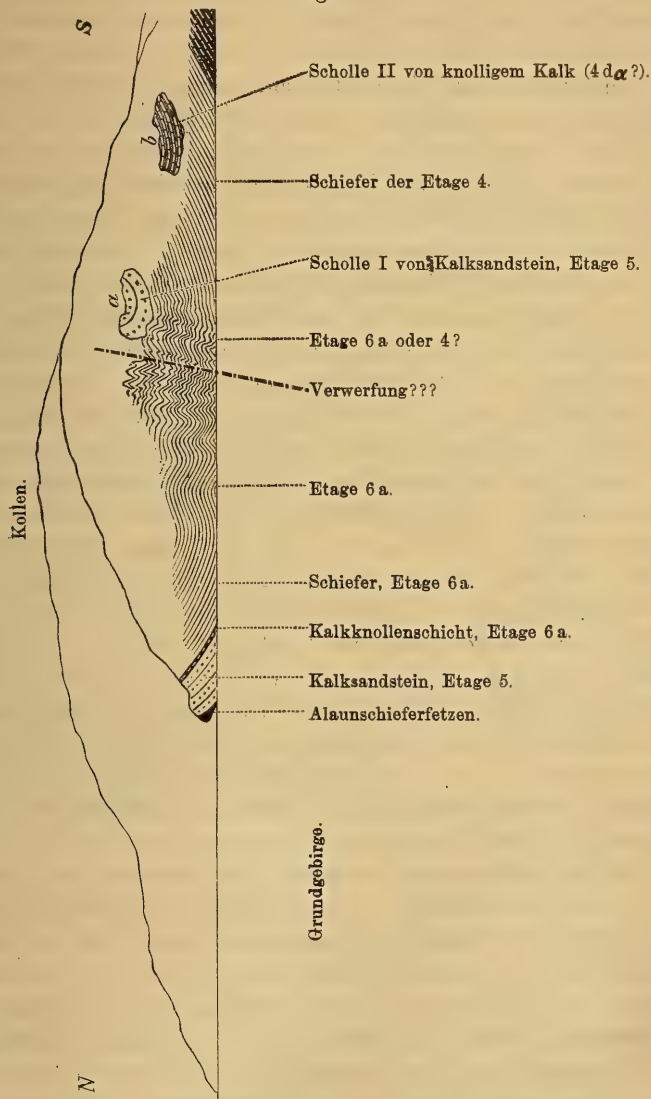
Ich habe diese Stelle vielmals besucht, und jedesmal ist mir verständlicher geworden, dass Beobachter, wie *Murchison* und *Forchhammer* es waren, in einer Zeit, in welcher die Petrographie noch so wenig ausgebildet war, zu ihren Vorstellungen von den Verhältnissen zwischen der Silurformation und dem »mock gneiss« dieser Lokalität kommen konnten; indessen ist es mir immer merkwürdig vorgefallen, dass sie hier gerade dem *Alaunschiefer* eine hervortretende Rolle als Uebergangsglied zuschreiben konnten, denn derselbe findet sich hier in so unbedeutenden Resten, dass es fast auffallen muss, dass sie ihn überhaupt beobachtet haben.

Sowohl 1884 als 1885 besuchte ich diese Stelle wieder; gelegentlich der Aufnahme einer Karte im Maassstab von 1:10,000, welche die Eintheilung der Etage 4 auf den Inseln bei Kristiania illustriren soll, war ich dann auch genöthigt, die Silurschichten im Kollen genauer zu studiren; theils nach Notizen und Skizzen für diese Karte, theils aus der Erinnerung habe ich jetzt das nebenstehende Profil zu zeichnen versucht; auch dieses Profil kann natürlich, als nicht an Ort und Stelle gezeichnet, nicht in allen Einzelheiten genau sein; die wesentlichen Züge sind aber richtig, in so fern sich die Verhältnisse überhaupt deuten lassen.

Das Profil ist (ebenso wie *Murchison's*) ein *Längsprofil*, der Küste entlang gezogen; im nördlichen Theile steht das von Quarz-

adern durch und durch erfüllte Grundgebirge, an welches sich die Silurformation anlehnt, an; im Norden *auf* der Oberfläche des Grundgebirges einigermassen conform ruhend, nach Süden hin schräg von

Fig. 8.



dem Grundgebirge überschritten, zeigt das Profil die Schichten der Silurformation. Die ersten Schichten derselben, welche unten am

Strande entblösst sind, sind die schwarzen Streifen und Fetzen eines alaunschieferähnlichen Gesteins; nach meinen vieljährigen Studien der Gesteine der Silurformation der Kristianiagegend wage ich auch jetzt bestimmt zu behaupten, dass diese Fetzen wirklich dem Alaunschiefer der Etage 2 oder 1 zugerechnet werden müssen. Die Ausdehnung dieses Gesteins ist aber in unserem Profil äusserst gering und wird beim fortschreitenden Angriff der Wellen des Fjords immer geringer. Was jetzt noch übrig ist, sind nur die letzten Reste einer kleinen Scholle, welche in einer alten, ausgegrabenen Vertiefung der Grundgebirgsoberfläche stellenweise noch als angeklebte Fetzen und unterhalb der schützenden Decke des überlagernden Kalksandsteins der Etage 5 eingekeilt sind; von einer horizontalen Verbreitung ist kaum mehr die Rede.

Das Merkwürdigste bei dem Vorkommen von Alaunschiefer an dieser Stelle ist nun eben, dass er unmittelbar von Bänken des Kalksandsteins der Etage 5 überlagert wird; es ist also hier in der Schichtfolge, einer Verwerfung wegen, eine gewaltige Lücke.

Ueber den Schichten der Etage 5, welche den jüngsten Bänken dieser Etage angehörig sind, kommen in regelmässiger Folge zuerst die ältesten, ung. $\frac{1}{2}$ Meter mächtigen, leicht kennbaren Kalkknollenschichten der Etage 6a, dann in einiger Mächtigkeit die Schiefer derselben Etage, mit ihren ganz dünnen, spärlichen Kalksandsteinschichten und Kalkschichten, und aus ihren Fossilien erkannt. Etwas weiter längs der Küste nach Süden hin sind diese Schiefer stark gestaut, und noch weiter nach Kneppe hin sind Schichten der Etage 4 vorhanden. Da sämmtliche Schichten hier sehr fossilarm sind und ausserdem eine bestimmte Abtheilung der Etage 4, welche ich in meiner Eintheilung als 4cy bezeichne, den Schichten von 6a petrographisch äusserst gleich ist, konnte ich bei meinem Besuch die Grenze zwischen der Etage 6 und der Etage 4 noch nicht scharf aufziehen; es muss aber hier an einer Stelle eine Verwerfung, wahrscheinlich eine Faltenverwerfung von bedeutender Sprunghöhe, vorhanden sein. Es sei mit der Feststellung der genauen Stelle dieser Verwerfung wie es will, sicher ist es, dass hier an dem Abhang an zwei Stellen eine *Schichtmasse vollkommen isolirt als eine getrennte Scholle* auf den Schieferschichten des Abhangs ruht. Die eine dieser isolirten Schollen (bei a im Profil) ist ein Stück einer Mulde von dicken Bänken des Kalksandsteins der Etage 5; die zweite (bei b im Profil) ist eine als eine isolirte Scholle weniger deutlich hervor-

tretende Schichtmasse von Kalkknollenschichten der Etage 4 (4 α ?). Die erste dieser Schollen, welche aus Kalksandstein besteht, ist ung. von der Grösse eines kleinen Hauses und ruht discordant auf Schichten, welche entweder zu 6 α oder 4 $\epsilon\gamma$ gehören müssen; im letzteren Falle würde hier die ganze Mächtigkeit der Schichten von 4 d fehlen (4 $d\alpha$ ca. 12 M., 4 $d\beta$ ca. 6 M., 4 $d\gamma$ ca. 15 bis 20 M., 4 $d\delta$ ca. 30 M., also zusammen wenigstens ung. 60 M.); im ersteren Falle würde hier die Etage 5 auf den *mittleren* Schichten von 6 α ruhen. In beiden Fällen ist hier eine nur durch eine Verwerfung zu erklärende Discordanz vorhanden, welche für das Verständniss der ganzen Geschichte der Verwerfung von Bedeutung ist.

Was übrigens die Beschaffenheit der Silurschichten betrifft, so ist besonders zu bemerken, dass dieselben, und zwar namentlich der Kalksandstein, längs der Grenzlinie der Verwerfung dicht von Quarzadern durchsetzt sind; an der unmittelbaren Grenze ist dieses Netzwerk von Quarzadern so dicht, dass man makroskopisch sehr leicht den Kalksandstein mit den ebenso von Quarzadern durchsetzten Gesteinen des Grundgebirges verwechseln kann. Selbst noch an dem »Kneppeskjær« sind die Quarzadern sehr zahlreich.

Ferner hat der Schiefer von 6 α , welcher nahe an der Grenze vorherrscht, ganz entschieden ein etwas abweichendes Aussehen; das Gestein ist härter und fester geworden, und hat ausserdem stellenweise in den am meisten zusammengepressten Schichtenfalten einen halb phyllitischen Charakter angenommen; es liegt hier eine anfangende Umwandlung vor.

Ganz auffallend sind auch die Schichten längs der Grenzebene der Verwerfung viel ärmer an aufbewahrten Fossilien als gewöhnlich der Fall ist, und die wenigen vorhandenen Fossilien sind schief, zerdrückt und schlechter als gewöhnlich aufbewahrt.

Ehe wir den detaillirten Vorgang der Verwerfungsgeschichte am Westabhang Ekebergs aus den oben mitgetheilten Beobachtungen abzuleiten versuchen, müssen wir auch die Grenzverhältnisse am nördlichen Abhang Ekebergs kurz erwähnen; ich habe schon selbst zuerst auf den Charakter dieser Grenzlinie als eine Verwerfungslinie aufmerksam gemacht (l. c. P. 220), ausführlichere Mittheilungen hat aber später *H. Reusch* (l. c. *Nyt Mag. f. Naturv.* B. 28, P. 134) geliefert; da ich selbst nur ältere Ob-

servationen darüber besitze, mag hier der Vollständigkeit wegen die Darstellung *Reusch's* wörtlich (in Uebersetzung) angeführt werden:

»An dem Nordabhang Ekebergs, gegen Oslo hin, ist, wie bekannt, die Etage 2 auf dem Grundgebirge abgelagert, während die Etage 1 (soviel bis jetzt bekannt) fehlt*), vielleicht, sollte ich glauben, aus dem Grunde, dass die Grenzlinie hier eine Verwerfungslinie ist. Diese Verwerfungslinie überschneidet die Streichrichtung des Schichtenbaus unter schieferm Winkel. Folgt man derselben nach Osten, so findet sich an der Ryenbergsstrasse (Grenzstein No. 29) schon die Etage 3 nahe an dem Grundgebirge, und unweit davon, an der Enebakstrasse (Grenzstein 30), Schichten der Etage 4 nur wenige Schritte von der Gneissgrenze. Wenn man den Grenzstein 31 passirt hat, folgt man einem nach NO abfallenden Rücken der Etage 4, welcher durch eine kleine Versenkung von dem Grundgebirge getrennt ist. Man kommt nun an »Nygård Mühle«. Diese benutzt einen Wasserfall, dessen Ursprung wahrscheinlich mit der Verwerfungslinie in Verbindung steht. Der »Loelv« fliesst nämlich hier mit langsamem Fallen über die Etage 4 hinweg, deren Schichten in nördlicher Richtung fallen und, wie dies von der Südseite des Flüsschens gesehen werden konnte, unter spitzem Winkel nach der Grenzlinie des Grundgebirges hin streichen. Eben daselbst aber, wo das Flüsschen die Grenze, welcher es dann einige Zeit folgt, erreicht, bildet es Strudel und den Wasserfall; man kann es sich nicht anders vorstellen, als dass die Verwerfungslinie in hohem Grade der Erosion die Arbeit erleichtert und somit die plötzliche Neigung des Flussbettes verursacht hat. Das Grundgebirge hebt sich hier mit einem steilen, unbesteigbaren Abhang. Weiter östlich grenzt die Etage 4 fortdauernd an das Grundgebirge; längs demselben findet sich eine Versenkung, während die Silurformation sich vor derselben in Hügeln hebt. An »Bryns Mühle« treten indessen wieder ältere Ablagerungen, Alaunschiefer (von »Euritporphyr« durchsetzt) zu Tage.«

Reusch beschreibt dann ferner die Beschaffenheit der »mechanischen Kontaktzone« des Nordabhangs Ekebergs in folgender Weise:

*) Dies ist jedoch kaum richtig; in Alaunschieferschichten nahe dem grossen Porphyrgang oberhalb der alten Brücke des Alaunwerks habe ich undeutliche Abdrücke von *Agnostus* gefunden, welche wahrscheinlich der Etage 1 angehören.

»Der Gneiss ist oft ohne deutliche Schichtung*) und auffallend reich an Chlorit. Er enthält Pegmatitadern**) und zahlreiche chloritbelegte Spalten, ist ferner mit Schwefelkies imprägnirt und ausserdem bisweilen auf eigenthümliche Weise in später verkittete Stücke getheilt (dicht an dem Grenzstein No. 24 ist z. B. eine Breccie. Quarz in kleinen Adern und grösseren Partien***) ist häufig). Ein Punkt, an dem man den Unterschied des Gneisses an der Grenze und in weiterer Entfernung von derselben gut beobachten kann, ist an der Ryenbergstrasse (Grenzstein No. 29). Nachdem man hier einige frühere Steinbrüche aus der Etage 3 (b u. c), deren verworrene Schichtstellungen nicht ganz leicht zu deuten sind, passirt hat, bemerkt man in dem letzten Steinbruch einen »Oligoklasporphyr«, welcher durch ein klein wenig schwarzen Schiefer von einem schwefelkieshaltigen veränderten Gneisse getrennt ist. Dieser setzt nun ein Stück am Wege entlang fort, indem man auch eine grössere Quarzmasse¹⁾ passirt; dann aber wird er von grauem Gneiss, welcher namentlich in einem Steinbruch am oberen Theil des hiesigen Abhangs studirt werden kann, ersetzt. Der Gneiss ist hier ganz gewöhnlich, grau, feinkörnig, gut geschichtet und enthält 2 Glimmer, einen schwarzen und einen weissen. Will man seine Wanderung weiter fortsetzen, so kann man sich gleichzeitig davon überzeugen, dass das Streichen des Gneisses durchgehends nördlich oder nordnordwestlich ist und also quer auf die Grenzlinie gegen die Silurformation verläuft; das Fallen ist westlich 40° bis steil.«

Wie wir aus *Reusch's* Beschreibung, mit den oben angeführten Beobachtungen von Slemmestadåsen, von Näsodden und von dem Westabhang Ekebergs zusammengestellt, ersehen, sind auch am Nordabhang Ekebergs dieselben Hauptzüge der Grenzbildungen vorhanden; anstatt Gneiss treten längs der Grenze ungeschichtete

*) Wenn *Reusch* hier von einem »Gneiss« ohne deutliche Schichtung spricht, ist dies, streng genommen, wohl kaum ganz correct, indem, wie ich oben nachgewiesen habe, eben kein Gneiss, sondern ein Brecciengestein aus Gneissdetritus mit Gneissbruchstücken vorliegt.

**) *Reusch* betrachtet die Pegmatitadern längs der Grenze als abhängig von der Verwerfung; ich kann darin nicht mit ihm einverstanden sein; siehe P. 123.

***) Wenn *Reusch* hier wieder von Quarz in grösseren Partien spricht, so ist damit kein Quarz, sondern das oben beschriebene Hornstein oder Quarzit ähnlich aussehende Brecciengestein zu verstehen.

¹⁾ Sieh vorige Anm.

Brecciengesteine auf, stellenweise der Gruppe der weissen Hornstein oder Quarzit ähnlichen Breccien angehörig; auch sind Eruptivgesteine, der Gruppe der dichten Syenitporphyre angehörig, (der grosse altbekannte Gang zwischen Grönlien und der Ekebergstrasse, auch weiter östlich, *Reusch's* »Oligoklasporphyr« und »Euritporphyr«), zwischen den ältesten Schichten der Silurformation eingeschaltet. Nur Bildungen, welche der jüngeren Breccienplatte entsprechen könnten, kenne ich bis jetzt von dieser Grenzlinie nicht.

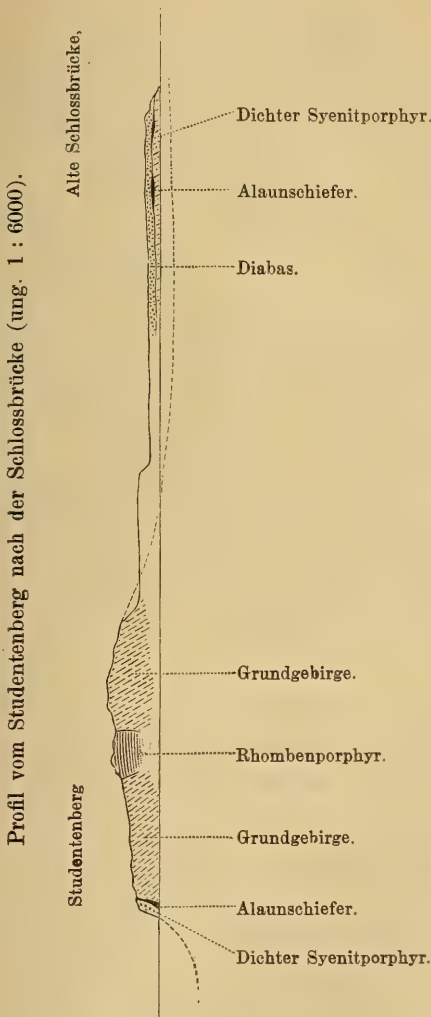
Es erübrigt uns endlich, noch die Grenze zwischen dem Grundgebirge und der Silurformation in der Klippe von Akershus Festung kurz zu erwähnen; die bedeutenden Brückenanlagen etc. an der ganzen Ostseite der Halbinsel von Akershus haben hier in neuerer Zeit alles so zusammenhängend überdeckt, dass wir auf die älteren Beobachtungen früherer Forscher hingewiesen sind. *Kjerulfs* Darstellung (Geol. d. südl. Norw. l. c. P. 272—274), welche von einer Kartenskizze und mehreren Profilen begleitet war, entlehnen wir Folgendes, was für uns von Interesse ist:

»Die Klippe von Akershus erstreckt sich in die Richtung NNW nach SSO, an der westlichen Seite gegen 100 Fuss ü. d. M., an der östlichen flächeren nur gegen 20. Etwa $\frac{1}{3}$ besteht aus Gneiss. — — Rhombenporphyr — setzt an der Piperviksbucht in den Gneiss hinein. — — An der östlichen Seite liegt fast horizontal, einige Fuss tief, grünlicher Trapp [Diabas] und darunter kommt Oligoklasporphyr [dichter Syenitporphyr?]: Zwischen beiden sieht man einige Streifen von Alaunschiefer. — — An der nördlichen und nordwestlichen Seite können mehrere Bänke von Oligoklasporphyr verfolgt werden. Sie neigen sich bei der Schlossbrücke [in SO] gegen NO mit dem Alaunschiefer. — — Am Studentenberge [in NW] — — sieht man Oligoklasporphyr auf dem Alaunschiefer ruhend. — — [Hier] befinden sich zwischen charakteristischem Gneiss und dem von Stinkkalk begleiteten Alaunschiefer einige Schichten von zweifelhaftem Charakter. Die Graphitblättchen dieser schieferigen Bildung und einige schwarze Streifen in derselben deuten noch auf das ursprüngliche kohlenstoffreiche Material hin.« — — —

Das nebenstehende Profil ist nach *Kjerulfs* Profil l. c. gezeichnet; nur habe ich die Grösse desselben verdoppelt und die Höhe und Länge in demselben Maassstab gezeichnet, ausserdem die Alaunschieferfetzen an den angeführten Stellen eingezeichnet.

Da die Alaunschieferschichten mit den zwischen denselben injicirten Eruptivgängen an der östlichen Seite von Akershus nach *Kjerulfs* Profil offenbar in relativ ungestörter Lage auf der Grund-

Fig. 9.



gebirgsoberfläche ruhen, während sie am Westabhang steil aufgericht sind und ausserdem dort die ältesten Schichten der Primordialfauna fehlen, ist an dem Westabhang von Akershus wieder

die Grenzfläche des Grundgebirges eine Verwerfungsfläche, welche auch hier von eigenthümlichen Grenzenbrecciengesteinen des Grundgebirges begleitet ist, obwohl nur in geringer Ausdehnung.

Die Reihe von Gesteinen, welche oben als »Grenzgesteine des Grundgebirges« angeführt wurden, sind, wie aus der ganzen obenstehenden Darstellung hervorgeht, theils wahre Brecciengesteine, alte Reibungsbreccien, theils mehr oder weniger umgewandelte krystallinische Schiefer des Grundgebirges, welche nicht eigentliche Breccien bilden, obwohl sie oft so reichlich mit Quarzadern durchsetzt sind, dass sie wie eine Breccie *in situ* aufgefasst werden könnten; es findet demnach zwischen den noch normalen krystallinischen Schiefen und den äussersten Gliedern der Umbildung derselben, den typischen Brecciengesteinen, so zu sagen eine Reihe von Uebergängen statt, weshalb wir auch oben diese ganze Suite von Gesteinsgliedern längs den älteren Verwerfungen an der Grenze zwischen dem Grundgebirge und der Silurformation als »die Grenzgesteine des Grundgebirges« bezeichnet haben.

In petrographischer Beziehung scheint diese ganze Suite sehr an die bekannten Pfahlgesteine im Bairischen Waldgebirge nach *Gümbels* und namentlich nach *Lehmanns* Darstellung zu erinnern. Nach *Lehmanns* Auffassung müssen die Pfahlgesteine auch eine ganz analoge Bildung mit derjenigen unserer oben beschriebenen Grenzgesteine gehabt haben*).

Erste Phase der Verwerfungsgeschichte. Gleichzeitigkeit mit der postsilurischen Faltung?

Nachdem wir also jetzt die Grenzzone zwischen dem Grundgebirge und der Silurformation betrachtet haben, an den Stellen, wo diese entblösst ist, werden wir versuchen, die Geschichte der hier stattgefundenen Verwerfungen näher zusammenzufassen.

In einer früheren Darstellung (Die sil. Etagen 2 u. 3, P. 212 bis 221) suchte ich es wahrscheinlich zu machen, dass die grossen Verwerfungslinien längs den Grenzen zwischen dem Grundgebirge und der Silurformation in Verbindung mit dem Faltungsprocess

*) Sieh *Gümbel*: Ostbairisches Grenzgebirge, P. 473 ff., 502—513 und P. 218—220; *J. Lehmann*: Sächsische Granulitgebirge, P. 178—190.

der letzteren gebildet und als Resultate der eigenthümlichen Einwirkung des faltenden Horizontaldrucks auf die kompakten Massen des Grundgebirges aufzufassen wären. Im Gegensatz zu dieser Auffassung hat *Reusch* (Geol. Notiser etc. l. c. P. 135) die Ansicht ausgesprochen, dass die Verwerfungen längs den Abhängen Ekebergs »unabhängig von der Faltung und später als dieselbe« eingetroffen seien.

Es ist also nöthig, zuerst die Thatsachen zusammenzustellen, welche vielleicht für die erstere Auffassung sprechen könnten. Welche Relationen finden wir zwischen dem Faltungsprocess der Silurformation und unseren Verwerfungen?

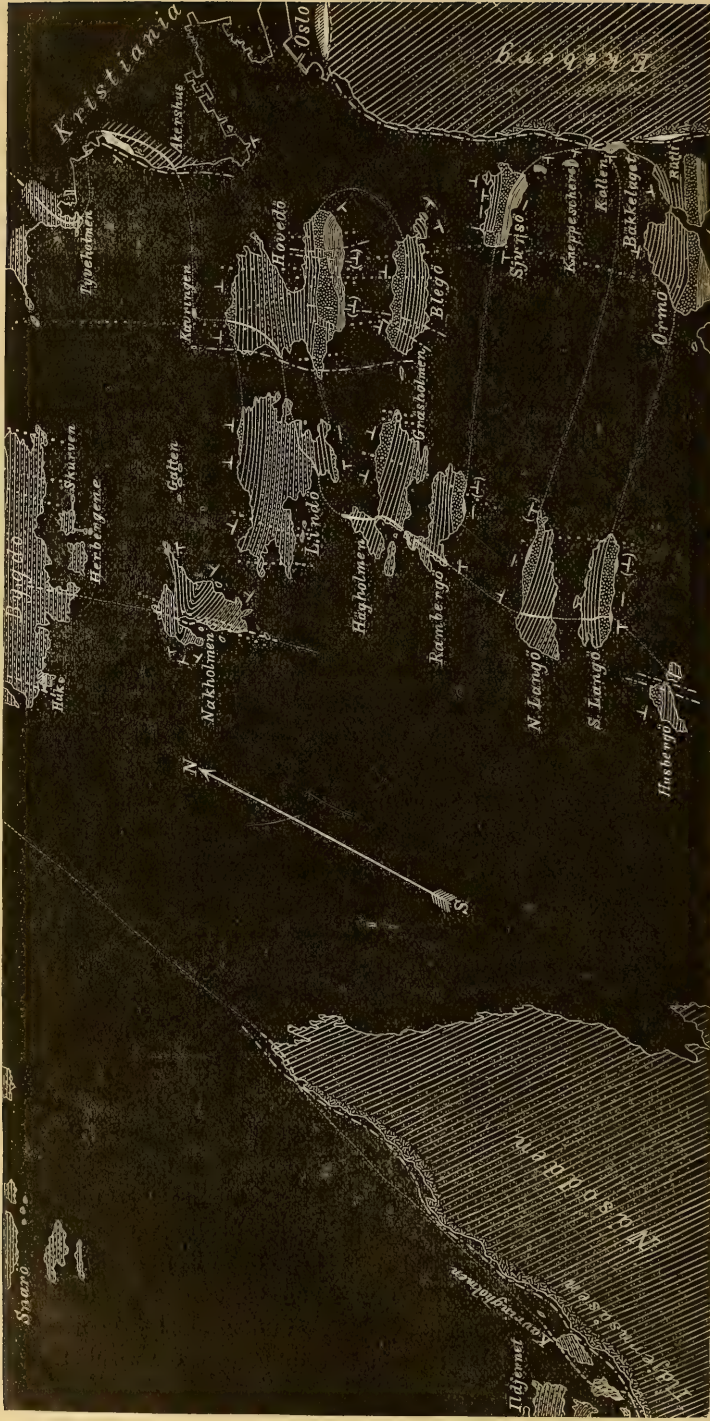
1. Die erste Thatsache, welche uns hier auffällt, wurde schon oben erwähnt, nämlich der Umstand, dass eine Verbindungslinie zwischen Dalen—Slemmestad in SW über Näsodtangens Spitze nach der Grenzlinie Grönlien—Bryn etc. eine gebogene Linie bildet, deren Richtung mit dem Streichen und den Faltungsaxen der Schichten der Silurformation *einigermassen* parallel ist.

2. Bei weitem mehr bemerkenswerth ist es aber, dass auch an solchen Stellen, wo die Grenzlinie zwischen dem Grundgebirge und der Silurformation fast senkrecht auf die normale Richtung der Faltungsaxen der Silurformation verläuft, nämlich längs dem Abhang Ildjersåsens auf Näsodden, ferner längs dem Westabhang des Ekebergs und an dem Westabhang der Klippe von Akershus, also gerade längs den grossen Verwerfungslinien senkrecht auf die Faltungsrichtung, das *Streichen* und *Fallen der Silurschichten* eine deutliche Abhängigkeit von der Grenzfläche des Grundgebirges längs diesen Richtungen erweist.

Dieses Verhältniss lässt sich nur auf einer Karte in grösserem Maassstab befriedigend darstellen; auf meiner oben erwähnten, noch nicht publicirten Karte im Maassstab von 1:10,000 mit detaillirter Eintheilung der Silurformation tritt es jedoch sehr deutlich hervor; um die Darstellung dieser Karte einigermaßen zu ersetzen, ist auf folgender Seite die Orientirung der Schichten in der kleineren Skizze Fig. 10 angedeutet. Wir werden dies durch Beispiele erläutern.

Die beiden Inseln Nordre und Søndre Langö bilden zusammen einen mächtigen Sattel (I) der mittelsilurischen Schichtserie; einen zweiten Sattel (II) bilden weiter nördlich die Inseln Rambergö und Gräsholmen; einen dritten Sattel (III), noch weiter nördlich, der südliche und der nördliche Theil von Lindö. — Dem entsprechend bilden »Nordre Langö« und Rambergö (1), Gräsholmen und die südliche Hälfte von Lindö (2) dazwischen

Fig. 10. Kartenskizze der Inseln bei Kristiania. Maassstab 1 : 50000.



Et. 56 a.
Et. 5 (Kalksandstein).
Et. 4 c & 4 d.
Et. 4 a & 4 b.
Et. 1 & 2 (Oslo), 3 (Huk).



Spaltenverwerfung.
Rhombenporphyr.
Syenitporphyr.



Injicirte Porphyrlagerginge.
Diabas.
Inversion.

liegende Mulden. Die östliche Fortsetzung des Sattels I bilden die südliche und die nördliche Hälfte von Ormö, diejenige von II wird von den Inseln Sjursö und Blegö gebildet, diejenige von III endlich von der südlichen und der nördlichen Hälfte von Hovedö; dem entsprechend bilden also der nördliche Theil von Ormö und Sjursö die Fortsetzung der Mulde 1, ferner Blegö und die südliche Hälfte von Hovedö die Fortsetzung der Mulde 2. Das Streichen dieser Sättel und Mulden ist im Ganzen WSW—ONO; folgen wir nun aber der Richtung des Streichens nach ONO gegen den Abhang Ekebergs, so ändert sich die Richtung des Streichens der beiden Mulden 1 u. 2 ziemlich rasch *und läuft zwischen Ormö über Kneppe, Kollen, Kneppeskjæret und Sjursöskjæret nach dem östlichen Ende von Sjursö in einem grossen Bogen zusammen, ebenso runden sich die Streichrichtungen am östlichen Ende von Blegö und Hovedö zu einem zusammen laufenden Bogen ab*: Und während die Fallwinkel, wo das regelmässige Streichen WSW—ONN herrscht, 50—70° und mehr sind, finden wir z. B. auf der Kneppeschere den Fallwinkel 30° W; auf der östlichsten Spitze von Blegö ca. 30° WNW etc.; am Abhang Kollens ruhen die Schichten der Etage 5 und 6a an der Grenze conform auf der Oberfläche des Grundgebirges mit im Ganzen westlichem Fallen, ebenso ruhen die Alaunschieferschollen an der Chaussée oberhalb Rütli conform auf der Grenzfläche des Grundgebirges mit dem Fallen ca. 30—40° W.

Die Faltungsachsen sind demnach, wenn man sich dem Westabhang Ekebergs nähert, offenbar nicht mehr ung. horizontal, *sondern geneigt und ungefähr unter demselben Winkel und in derselben Richtung wie die Grenzfläche des Grundgebirges längs der Verwerfung nach Westen fallend*.

Es ist dieser Umstand um so mehr bemerkenswerth, weil sonst im Ganzen und Grossen auf den Inseln südlich und südwestlich von Kristiania *die Faltungsachsen ganz schwach nach ONO geneigt sind*; erst gegen den Abhang Ekebergs hin erhalten sie plötzlich eine relativ starke Neigung gegen W.

Dass dieses Verhältniss zwischen der Verwerfungsfläche und den Falten der Silurformation zufällig wäre, würde wohl Niemand behaupten können; dagegen lässt sich dieses Verhältniss andererseits auch bei der Annahme gewöhnlicher Spaltenverwerfungen, unabhängig von der Faltung, durch Schleppen der zuvor gefalteten sinkenden Silurschichten längs der Verwerfungsebene erklären. In

der That würde die auffallende Neigung der Faltungsaxen und ihre Abhängigkeit von der Verwerfungsfläche längs dem Abhang Ekebergs durch eine solche Erklärung ebenso verständlich sein: denn ein derartiges Schleppen der Schichten (monoklinal flexure der Amerikaner) ist ja, wie bekannt, längs Spaltenverwerfungen eine ganz häufige Erscheinung. Und, was mehr ist, es geht sogar aus den Beobachtungen selbst hervor, dass gewöhnliche Spaltenverwerfungen (mit Sinken der einen Seite der verworfenen Massen) am *Ende* der Verwerfungsgeschichte die jetzt vorhandenen relativen Lagerungsverhältnisse der Silurschichten herbeigeschafft haben müssen; es würde demnach sehr gewagt sein, aus den jetzt vorliegenden Grenzverhältnissen der Silurformation und des Grundgebirges auf die während und unmittelbar beim Aufhören des Faltungsprocesses etablirten Lagerungsverhältnisse zu schliessen.

Wir sehen also, dass auch das Streichen und Fallen der Schichten längs dem Abhang Ekebergs keinen positiven Beweis für eine Gleichzeitigkeit der Faltung der Silurformation und der Verwerfung liefern kann.

3. Schon früher (Die sil. Etagen 2 u. 3) habe ich darauf aufmerksam gemacht, dass das Grundgebirge dem Faltungsprocess gegenüber, welcher die Schichten der Silurformation zusammenpresste, sich durchaus anders als diese verhalten hat. Denn das Streichen der (durch einen älteren Faltungsprocess gestauten und wieder nivellirten) Schichten des Grundgebirges ist von demjenigen der Schichten der Silurformation ganz unabhängig, an der vorliegenden Strecke z. gr. Th. sogar ung. senkrecht auf das Streichen der Silurschichten.

Nun ist es aber offenbar, dass, wenn die jetzt gewöhnlich angenommene Theorie von der Gebirgsfaltung überhaupt Stich hält — und dagegen kann man aus zahlreichen Gründen, welche hier nicht aufgerechnet zu werden brauchen, nicht viel anführen — so *muss das Grundgebirge an dieser Strecke eine ung. gleich grosse Zusammenpressung mit entsprechender Verkürzung seiner horizontalen Ausdehnung erfahren haben, wie die überliegende stark gefaltete Silurformation*, vorausgesetzt, dass wir nicht annehmen wollen, dass die ganze Silurformation über die Grundgebirgsoberfläche hin *horizontal verschoben gewesen ist*, wozu aber die Beobachtungen gar keine Veranlassung geben. Da aber offenbar das Grundgebirge keine durch *diese* Stauung gefalteten Schichten aufweist, muss eine entsprechende Compensation auf eine andere Weise als durch

Schichtenfaltung betreffs des Grundgebirges erreicht worden sein. Aber wie?

Um dies anscheinend abnorme Verhalten des Grundgebirges zu erklären, machte ich an der angeführten Stelle darauf aufmerksam, dass die postsilurische Stauung auf das Grundgebirge wahrscheinlich derartig eingewirkt habe, »dass nach und nach grössere Partien für sich durch eine wachsende Drehung um eine der Streichrichtung der Schichten der Silurfalten [ungefähr] parallele Drehungsaxe aufgeschoben wurden, ohne dass die einzelnen Schichten der krystallinischen Schiefer gefaltet wurden, wobei sich an der Grenzfläche zwischen dem Grundgebirge und den Silurschichten eigenthümliche Reibungsbreccien bildeten. Dass die einzelnen, von der Bewegung ergriffenen Grundgebirgsstücke auch dabei einander positiv genähert wurden, ist wohl wahrscheinlich, obwohl nicht leicht direkt zu beweisen«.

Diese Ansicht gründete ich damals auf die in der erwähnten Abhandlung beschriebenen Verhältnisse bei Slemmestad, Näs-näs etc.; die hier hinzugefügten Beobachtungen erlauben nun, dieselbe etwas näher zu prüfen.

Wie schon damals nachgewiesen wurde, bildet das Grundgebirge in Slemmestadtang und Näs-nästangen zwei nach NNO hin zugespitzte Grundgebirgsszungen, deren SSW—NNO verlaufende Seite langsam abfällt und hier von den unter ca. 10—25° fallenden ältesten Primordialschichten überlagert wird, während die steilen N—S verlaufenden Ostabhänge mit Reibungsbreccien bedeckt sind und Verwerfungsebenen darstellen. Diese beiden Stücke müssen also einer Drehungsbewegung ausgesetzt gewesen sein, deren Drehungswinkel aus dem Fallwinkel der auflagernden Primordialschichten ungefähr bestimmt werden kann.

Es ist nun aber offenbar, dass Näsodden eine grössere ganz analog gebildete Grundgebirgsszunge darstellt; nur wendet hier der steile mit Reibungsbreccien bedeckte Abhang nach WNW, während die Ostseite sanfter geneigt und ohne Reibungsbreccien ist; an dieser Ostseite haben die ältesten Primordialschichten auf dem Grundgebirge gewiss in relativ ungestörter Lage geruht), und sind mit dem unterliegenden Grundgebirgsstück gedreht worden.*

*) Denn da die Faltungsaxen an den Inseln des Bundefjords nach ONO geneigt sind, hätten auf Näsoddens Ostseite die Primordialschichten erwartet werden müssen, wenn sie nicht wegerodirt gewesen wären.

(Es scheint mir ferner nicht ganz unwahrscheinlich, dass auch durch die Linien »Sundbyskjär—Langåren SSW—NNO und Langåren—Asbonen N—S die Reste einer ähnlichen Grundgebirgsszunge sich bezeichnet finden, indem die letzten Reste der Silurformation in den Hövikscheren vorhanden sind.)

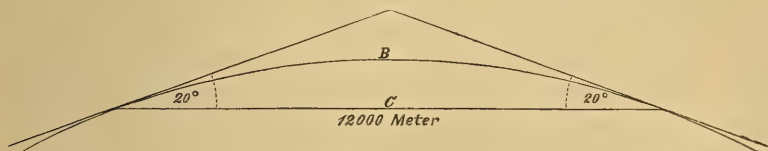
Wenn wir hier die spitzige landzungenähnliche Form dieser Grundgebirgsstücke hervorgehoben haben, muss dabei natürlich aber erinnert werden, dass in Slemmestadodden die alte Grundgebirgsoberfläche *unterhalb der Silurformation fortsetzen muss*, so dass wir für dieses Grundgebirgsstück keine bestimmte Grenze nach NW aufziehen können, *ebenso dass die Grundgebirgsoberfläche Näsoddens unterhalb der Inseln des Bundefjords ununterbrochen vielleicht bis nach dem Abhang Ekebergs fortsetzen muss*, so dass die geognostische Grenze des Grundgebirgsstücks Näsoddens wahrscheinlich längs dem Abhang Ekebergs verläuft. Die zugespitzte, nach Norden hin landzungenartig auslaufende Form der Grundgebirgsstücke Slemmestadoddens, Nærnäsoddens und Näsoddens ist deshalb theils der Erosion zuzuschreiben, theils hat sie ihre natürliche Erklärung darin, dass diese Grundgebirgsstücke im Allgemeinen nach Norden hin an Höhe ü. d. M. abnehmen; da die Grundgebirgsoberfläche zugleich die Unterlage der ältesten Silurschichten dieser Gegend ist, steht damit in Zusammenhang, dass im südlichen Theil des innern Kristianiafjords nur die ältesten Silurschichten (Etag 1, 2 u. 3) vorhanden sind, während wir gegen Norden hin im Ganzen immer jüngere Silurschichten antreffen (Bjerkö—Gåsö Etagen 4 u. 5, Sandviken Etagen 6 u. 7 etc.).

Es ist nun offenbar, dass diese faktisch stattgefundene Drehung der Grundgebirgsstücke an der Westseite und an der Ostseite des inneren Kristianiafjords als ein Resultat einer Zusammenpressung aufgefasst werden *kann*; es könnten ja nämlich diese Drehungen einem schwachen Aufwölben der vorher einigermassen ebenen Unterlage der horizal abgelagerten Silurschichten entsprechen, — was die Compensation der Oberflächenausdehnung des Grundgebirges betrifft, mit dem Aufwölben eines Sattels der Silurschichten vergleichbar. —

Es ist aber einleuchtend, dass — wie wahrscheinlich diese eben gegebene Erklärung auch sein mag, so lässt sich andererseits nicht bestreiten, dass wir auch *ohne* Stauungsprocesse die dargestellten Verwerfungen und Drehungen der betreffenden Grundgebirgsstücke mit dazu gehöriger Aenderung des Fallens der unmittelbar

auflagernden Silurschichten erklären können. Ein Sinken Näsoddens und der Silurplatte des Bundefjords längs dem Westabhang Ekebergs, ebenso ein Sinken der Strecke nordwestlich von Dalen—Slemmestad bis Näsodtangen würde ähnliche Drehungen der erwähnten Grundgebirgsstücke und ähnliche durch Aufberstungen verursachte Verwerfungen hervorbringen können; derartige Senkungen würden hier um so eher möglich sein, als wir längs den Grenzen der grossen Eruptivmassen in dieser Gegend solche durch Einsinken gebildete, von dem Faltungsprocess unabhängige oder nur indirekt abhängige Verwerfungen überall vorfinden. Auch das Streichen und Fallen der Silurschichten längs den erwähnten Verwerfungsgrenzen liefert demnach an und für sich keinen *Beweis* für die obige Annahme.

Fig. 11.



Dennoch wollen wir vorläufig annehmen, dass die Erklärung der erwähnten Verhältnisse durch Stauen des Grundgebirges zutreffend gewesen wäre; dann aber entsteht die Frage, ob *die auf diese Weise resultirende Compensation der Horizontalausdehnung der Grundgebirgsoberfläche auch nur einigermaßen der gewaltigen Zusammenpressung der Silurschichten entsprechen könne*; um diese Frage durch Berechnung beantworten zu können, nehmen wir an, dass der mittlere Fallwinkel der unmittelbar auf der Grundgebirgsoberfläche ruhenden Silurschichten bei Slemmestad, ebenso für die wegerodirten Schichten an der Ostseite Näsoddens auf ung. 20° zu schätzen ist, ferner denken wir uns Slemmestadoddens Grundgebirgsoberfläche nach Norden hin fortgesetzt und schätzen den Abstand quer über den Fjord und über Näsodden auf ca. 12 Kilometer. Vorausgesetzt, dass die erst ung. eben nivellirte (ab-rasirte) Grundgebirgsoberfläche, welche die Unterlage der horizontalen Schichten der Primordialfauna bildete, durch die Zusammenpressung eine einigermaßen gleichmässig gewölbte Oberfläche annahm (wobei wir vorläufig also von den Verwerfungen wegsehen und die Grundgebirgsmasse zwischen Slemmestad und dem Bundefjord als eine einzige continuirliche Grundgebirgsplatte betrachten)

so entsprechen die Zahlen 20° und 12000 Meter, wie eine einfache Rechnung*) lehrt, einer horizontalen Compensation von 247 M. oder ca. $\frac{1}{4}$ Kilometer auf 12 Kilometer; also wäre der relative Zusammenschub nur $\frac{1}{12247}$ oder $\frac{1}{48}$. *Diese Zahl entspricht bei weitem nicht einer Stauung, welche mit derjenigen der Silurformation auch nur annähernd zusammengestellt werden kann;* denn für die Schichten der Silurformation zwischen Håkevik und Toje berechnete ich (l. c. P. 244) dieselbe z. B. auf ca. $\frac{3}{7}$ oder zwischen $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$. Wenn auch diese Zahl 3—4 Mal zu gross wäre, würde der für das Grundgebirge erhaltene horizontale Zusammenschub $\frac{1}{48}$, welcher aus den vorliegenden Daten nicht ohne andere Erklärungsweisen grösser gedacht werden kann, doch bei weitem nicht hinreichen.

In unserer Berechnung fassten wir die Grundgebirgsmasse zwischen Slemmestad und dem Bundefjord vorläufig als *eine einzige Platte auf*, von welcher ferner angenommen wurde, dass dieselbe durch Stauen eine gleichmässig gewölbte Oberfläche annehmen könnte; die Beobachtungen lehren aber, dass dies *jetzt* nicht stattfindet, und vielleicht wurde die Grundgebirgsplatte, wie ich schon früher annahm, eben *durch den Stauungsprocess aufgestückt* und sodann längs den dabei gebildeten Verwerfungsebenen stückweise verschoben. Schon wenn man davon absieht, dass es sich im vorliegenden Falle kaum denken lässt, dass ein massives Grundgebirgsstück der beschriebenen Ausdehnung durch Stauen eine derartig gewölbte Oberfläche annehmen sollte, dass sie *das Fallen* der unmittelbar auf dem Grundgebirge ruhenden Silurschichten bei Slemmestad erklären könnte, würde es also erstens mit den Beobachtungen (indem die betreffende Grundgebirgsmasse ja *jetzt* durch Verwerfungen zerstückt ist), zweitens mit der Forderung einer Erklärung des Stauens des Grundgebirges (welche nur unter der Annahme *einer Verschiebung grösserer Theilstücke* die erforderliche Grösse des relativen Zusammenschubs des Grundgebirges aufweist) stimmen, wenn wir von der Voraussetzung ausgingen, dass das Grundgebirge in Theilstücken gestaut gewesen ist; wenn aber

*) In Fig. 11 hat man

$$B = \frac{\pi r \cdot 2 \cdot 20^\circ}{180^\circ}, \quad C = \frac{r \cdot \sin 40^\circ}{\sin 70^\circ} \quad ; \text{ wenn } r = 1$$

$$B : C = 0.69813 : 0.68404, \text{ also wenn } C = 12000.$$

$$B : C = 12247 : 12000.$$

diese theoretische Forderung berechtigt wäre, dann würde es offenbar nahe liegen, zu schliessen, dass gerade Slemmestadoddens, Näs-näsoddens, Näsoddens Grundgebirgszungen solche bei der Stauung gegenseitig verschobene und gedrehte Theilstücke des Grundgebirges darstellen.

Wir brauchen mit anderen Worten nicht nur ein Aufpressen, sondern auch ein Aufrücken des Grundgebirges mit Verschiebungen längs Verwerfungsebenen, um ein Aequivalent des Stauungsprocesses der Silurformation bei dem Grundgebirge nachweisen zu können. Es liegt aber dann sehr nahe, auch die grossen Verwerfungen beiderseits des Kristianiafjords und östlich von dem Bundefjord längs dem West- und Nordabhang Ekebergs als solche *ältere*, während des Stauungsprocesses der Silurformation ausgebildete Verwerfungsflächen der Silurformation anzusehen. Einen eigentlichen Beweis hierfür zu liefern ist aber wohl kaum möglich*).

4. *Wenn es aber richtig wäre, dass diese grossen Verwerfungslinien alte Stauungsflächen repräsentiren, dann müssten wir erwarten, längs diesen Flächen ältere Reibungsbreccien vorzufinden. Dies ist nun auch durchgehends der Fall.*

Fassen wir die obenstehenden Beobachtungen über die längs den Verwerfungsflächen auftretenden Reibungsbreccien zusammen, so ergibt sich, *dass wir überall ältere Brecciengesteine, oben als Grenzgesteine der Verwerfungsflächen bezeichnet, unterscheiden konnten.* Diese Gesteine sind theils häufig als noch mehr oder weniger deutlich erkennbare Breccien mit grünlicher, chloritfführender Detritusgrundmasse, theils als weisse quarzitähnlich aussehende Breccien ausgebildet (Slemmestadåsens Abhang, Ildjernsåsen an mehreren Stellen, Helvede (und hinterhalb Grönlien), an Ekebergs Westabhang und Ekebergs Nordabhang an mehreren Stellen); charakte-

*) Eine andere Sache ist es, dass wir selbst unter der möglichen Annahme, dass das Grundgebirge während dieser Stauung durch die gegenseitige Verschiebung grösserer Stücke gestaut wurde, dennoch nicht nachweisen können, wie wir an der betreffenden Strecke durch derartige Verschiebungen einen demjenigen der Silurformation auch nur einigermassen entsprechenden relativen Zusammenschub des Grundgebirges uns vorzustellen haben; wir können uns vorläufig hier eigentlich nur in allgemeinen Vorstellungen bewegen, was mir ungleichwerthig mit Nichts erscheint. Es ist zwar die Beantwortung dieser Frage ebenso nothwendig als schwierig; für unseren jetzt vorliegenden Zweck ist dieselbe aber nicht erforderlich und sie kann deshalb auf eine andere Gelegenheit verschoben werden.

ristisch für diese älteren Brecciengesteine ist es überall, dass dieselben in ihrer Grundmasse nicht Detritus der silurischen Schiefer und keine Bruchstücke derselben aufweisen — sie sind also *nicht* durch Reiben des Grundgebirges gegen die Silurschichten gebildet —, ferner, dass sie nach der mikroskopischen Untersuchung *in mehreren Fällen als in höchstem Grade intens gestaute und gequetschte Gesteine* charakterisirt werden müssen. — Dass diese stark gestauten Breccien *ältere* Bildungen sind, wird dadurch hinlänglich bewiesen, dass sie an mehreren Stellen (namentlich in dem Abhang Slemmestadåsens, auch stellenweise in dem Abhang Nåsoddens nördlich von Mellemstrand etc. und in Spuren im Abhang Ekebergs oberhalb Bäckelaget) mit scharfer Grenze von einer jüngeren z. Th. aus silurischem Detritus und Bruchstücken bestehenden »*Breccienplatte*« bedeckt sind und schon harte, feste Gesteine gewesen sein müssen, als die Breccienplatte gebildet wurde, indem sie theils eine scharf gehobelte Oberfläche mit Reibungsrinnen besitzen, theils auch als Bruchstücke in der Breccienplatte vorkommen. —

Da diese älteren, stark gequetschten Brecciengesteine der Verwerfungsflächen nicht durch die Friction der Silurformation gegen das Grundgebirge gebildet sein können, müssen während ihrer Bildung *beiderseits der Verwerfungsebenen die Gesteine des Grundgebirges selbst angestanden* und das Material sowohl zu den Bruchstücken als zum Grundmassendetritus abgegeben haben. *Sie sind also zu einer Zeit gebildet, als die Verwerfung noch nicht so weit fortgeschritten war, dass die durchgeschnittene Grundgebirgsmasse längs dem jetzt blossgelegten Theil der Verwerfungsflächen mit der Silurformation in Berührung kam.*

Dieses Verhältniss, welches erwartet werden müsste, wenn die Stauung des Grundgebirges während der Stauung der Silurschichten auf die oben angenommene Weise stattgefunden hätte, und welches ganz in Uebereinstimmung mit der theoretischen Forderung beobachtet worden ist, scheint mir in hohem Grade für die von mir früher behauptete Auffassung zu sprechen, dass die erwähnten grossen Verwerfungslinien alte *Stauungsreibflächen* seien, obwohl die Beweisführung für diese Annahme keineswegs so einfach ist, wie ich früher selbst angenommen hatte.

Die Stauungserscheinungen, welche wir in diesen älteren Brecciengesteinen beobachteten, zeugen von einer gewaltigen Quetschung unter grossem, *allseitigem* Druck; denn nur unter

einem solchen können wir wohl die Bildung von Zwillingslamellen in den Feldspäthen etc. durch Druck erklären; auch war dieselbe, wie erwähnt, von reichlicher Neubildung von Quarz, Feldspath, Chlorit und Eisenkies begleitet. Ferner scheint die Mächtigkeit dieser Breccienbildung z. B. im Abhang Ekebergs relativ bedeutend, viele (gewiss wenigstens 30) Meter zu sein, obwohl eine genaue Mächtigkeitsbestimmung wegen fehlender Profile nicht möglich war. Dies alles scheint mir auf Stauungsprocesse zu deuten, welche nicht durch die bei einer gewöhnlichen Spaltenverwerfung stattgefundenen Reibungen und Quetschungen allein erklärt werden können, sondern, wie oben angegeben wurde, das Resultat eines durch längere Zeiträume in grösserer Tiefe stattgefundenen Zusammenpressungsprocesses sein müssen. Diese von mir nachgewiesenen Verhältnisse der Reibungs-breccien sowie die nothwendige Annahme einer Stauung des Grundgebirges, welche derjenigen der Silurschichten entsprechen kann, scheinen mir also recht schwer wiegende Wahrscheinlichkeitsgründe für meine frühere, damals noch ganz unzureichend begründete Annahme abzugeben*).

Ältere und jüngere Verwerfungen.

In so fern halte ich also meine frühere Auffassung einiger der betreffenden Verwerfungsflächen als Stauungsflächen aufrecht

*) Die hier gelieferten Beweise für das Vorhandensein älterer, stark gequetschter Reibungsbreccien, sind *für sich allein* nicht hinreichend, um auch die gemachte Annahme einer Stauung *gleichzeitig mit der Stauung der Silurformation* längs der Verwerfungsebenen zu beweisen. Denn da längs den grossen beschriebenen Verwerfungsflächen jedenfalls mehrere Verwerfungen, die ich als gewöhnliche, *nach dem Faltungsprocess* stattgefundenene Spaltenverwerfungen (mit Sinken der einen Verwerfungsseite) auffasse, nachgewiesen werden können, liess es sich wohl auch denken, dass die ältesten Reibungsbreccien von ähnlicher Bildung wie die jüngeren wären, nur zu einer Zeit gebildet, wo — an den betreffenden Beobachtungsstellen — nur Grundgebirge gegen Grundgebirge gerieben wurde, die *Verwerfungshöhe* also noch nicht so gross war, dass an diesen Stellen die Silurformation mit dem Grundgebirge in Berührung gekommen war. Nur die Nothwendigkeit der Annahme einer *Stauung* des Grundgebirges also und die stark gestaute Beschaffenheit der älteren Grenzbreccien selbst in Verbindung mit der Mächtigkeit dieser Brecciengesteine im Verhältniss zu der relativ geringeren Verwerfungshöhe macht die oben dargestellte Auffassung wahrscheinlicher.

und möchte es demnach als recht wahrscheinlich ansehen, dass längs denselben ein Aufpressen der durch sie begrenzten Grundgebirgsstücke stattgefunden habe. *Andererseits aber ist es ganz offenbar, dass die jetzigen Grenzverhältnisse der Silurformation und des Grundgebirges längs diesen alten Verwerfungsflächen nicht diejenigen sind, welche dem Zeitraum der Bildung der älteren Reibungsbreccien (Grenzgesteine) entsprechen; die jetzigen Grenzverhältnisse zwischen dem Grundgebirge und der Silurformation sind dagegen von der Bildung der jüngeren, z. Th. aus Silurdetritus und Silurbruchstücken bestehenden »Breccienplatte« repräsentirt, welche als das Resultat späterer, von dem Faltungsprocess der Silurformation unabhängiger Verwerfungen zu betrachten ist. Diese jüngeren Verwerfungen, von welchen wir z. B. im Abhang Ekebergs mehrere längs derselben Verwerfungsebene unterscheiden können, sind wahrscheinlich gewöhnliche Spaltenverwerfungen gewesen, und sind demnach vielleicht eher durch ein Sinken der jetzigen Silurformationsseite der Verwerfung als durch ein Aufrücken der Grundgebirgsseite zu erklären.*

Wenn deshalb Reusch (l. c. P. 135) bemerkt: »Die hier beschriebene Verwerfungslinie [am Nordabhang Ekebergs] überschneidet, wie angedeutet, die Axenlinien der Silurfalten schräg; die Linie an dem Westabhang Ekebergs, deren Fortsetzung wahrscheinlich längs dem Westabhang der Akershusklippe gesucht werden kann, verläuft senkrecht auf dieselben. Das Aufrücken des Grundgebirges scheint demnach unabhängig von und später als die Faltung eingetroffen zu sein; Ekebergs Abhang kann deshalb auch kaum eine Stützfläche der Faltung gegenüber gebildet haben,« — — so beweist die hier angeführte Thatsache von dem Verhalten der Verwerfungslinie gegenüber den Axenlinien der Faltung nichts gegen meine Annahme, dass die *erste, ältere* Verwerfung, das angenommene Aufpressen des Grundgebirges längs dieser alten Verwerfungsebene also, den Stauungsprocess der Silurformation begleitet habe, während *ich* andererseits also die jüngeren, von diesem Process unabhängigen Verwerfungen, für welche ich oben den Beweis lieferte, nicht als in einem Aufrücken des Grundgebirges, sondern vielmehr in einem Sinken der Silurseite der Verwerfung bestehend betrachten möchte. Dass diese *jüngeren* Verwerfungen später als der Faltungsprocess und unabhängig von demselben eingetroffen sind, zeigen mit grösster Wahrscheinlichkeit die schon früher von mir beschriebenen Verhältnisse im Nærnsästhäl und im

südlichen Theil des innern Kristianiafjords, ferner der Umstand, dass die bei weitem grössere Menge der Spaltenverwerfungen zwischen dem Langesundsfjord und Mjösen beweislich jünger als die Faltung der Silurschichten sind, was ich schon in früheren Schriften nachgewiesen habe.

Dieses Verhältniss, *dass längs einer und derselben Verwerfungsebene zu verschiedenen Zeiten nach und nach mehrere Verwerfungen stattgefunden haben*, macht es noch bei weitem schwieriger, die älteren Prozesse von den jüngeren auseinander zu halten, und eine bestimmte Vorstellung über die ganze Verwerfungsgeschichte zu erlangen. Am Westabhang Ekebergs, welcher eines der besten Beispiele darbietet, können wir nach den oben dargestellten Beobachtungen folgende Verwerfungsstadien unterscheiden:

A. Zuerst die älteren Verwerfungen, wodurch die beschriebenen Grenzgesteine (Pfahlgesteine), vielleicht durch Aufpressen eines Grundgebirgsstücks unter Einwirkung des Stauungsprocesses der Silurformation, gebildet wurden. Vielleicht können auch hier mehrere Phasen unterschieden werden; erstens die Bildung der Grenzgesteine mit chloritführender, grüner Grundmasse, zweitens die Bildung der Hornstein oder Quarzit ähnlichen Gesteine; vielleicht sind diese aber ung. gleichzeitige Bildungen. Wenn unsere oben gemachte Annahme richtig ist, was zwar als recht wahrscheinlich, allerdings nicht als sicher bewiesen gelten darf, könnten diese älteren Verwerfungen als *Stauungsverwerfungen* bezeichnet werden.

B. Jüngere Spaltenverwerfungen unabhängig von der Stauung.

Durch diese Verwerfungen sanken die westlich von der Verwerfungsebene liegenden Massen in mehreren Sprüngen so tief, dass die Silurschichten mit den älteren Grenzgesteinen in Berührung kamen; die Bildung der jüngeren Breccienplatte, sowie ein reichliches Absetzen von Quarzadern in den Gesteinen beiderseits der Verwerfungsebene resultirte.

a) Die erste Phase, welche wir hier notiren können, ist dadurch markirt, dass die Silurschichten relativ zur Grundgebirgsoberfläche so tief gesunken waren, dass an der Stelle oberhalb Rütli die Schichten der Etage 2 ihre jetzige Lage besaßen. *Diese Phase ist uns deshalb aufbewahrt, weil während derselben ein Eruptivgestein, der beschriebene eigenthümliche Syenitporphyr, ung. längs der Grenzfläche der Verwerfung injicirt wurde, welches den weichen Alaunschiefer durch seine grössere Widerstandsfähigkeit gegen die*

Erosion beschützen konnte. Es ist möglich — wir können es nicht sicher entscheiden —, dass die kleinen Alaunschieferfetzen unten am Strande »Kollens« (*Murchison's* Stelle) auch aus derselben Zeit herrühren; *dieselben sind hier offenbar dadurch erhalten, dass sie in einer kleinen Vertiefung der Grenzfläche der Grundgebirgsgrenzgesteine eingepresst waren.*

b) Eine zweite Phase ist dadurch markirt, dass in der *jüngeren »Breccienplatte«*, welche am Abhang Ekebergs nur in kleinen Spuren vorhanden ist, das betreffende Eruptivgestein sich als Bruchstücke erhalten findet (ebenso in Slemmestadäsens Breccienplatte), *ferner namentlich dadurch, dass unten am Strande unmittelbar auf den Alaunschieferfetzen, sowohl als auf der Grenzfläche des Grundgebirges, jüngere Siluretagen, 5 u. 6, aufgelagert sind*, es entspricht dies einem weiteren Sinken der Silurformation, das ung. durch die Niveaudifferenz zwischen den Etagen 2b und 5 geschätzt werden kann.

c) (?) Ob die isolirten Schollen im Profil Kollens, Fig. 8, noch weiteren selbstständigen Verwerfungen entsprechen oder nicht, ist wahrscheinlich unmöglich zu entscheiden; es könnte der Fall sein, doch können sie auch ohne dieses erklärt werden. Die hier möglichen Erklärungen sämmtlich darzulegen, halte ich für unnütz, da wir doch kein sicheres Resultat erhalten können; wie sie da, jetzt isolirt, an dem Felsen angeklebt sind, liefern sie noch einen weiteren Beweis für die grosse, unten näher besprochene, nach der Zeit der Verwerfungen stattgefundene Erosion der Silurformation, ohne welche sie nicht zu erklären sind.

Als Endresultat unserer Untersuchungen über die Verbreitung und Beschaffenheit der Reibungsbreccien ergibt sich also, dass längs den durch dieselben angegebenen, in der Landschaft so hervortretenden Verwerfungsflächen mehrere, zeitlich von einander getrennte Verwerfungen stattgefunden haben; die Verwerfungsschnitte sind also schlecht geheilte Wunden der Erdkruste gewesen, welche von Zeit zu Zeit immer wieder aufgeborsten sind, und ihre Narben sind die Reibungsbreccien. An mehreren Stellen oder fast durchgehends konnten relativ ältere und relativ jüngere Reibungsbreccien unterschieden werden; an einer Stelle, am Westabhang Ekebergs, liessen sich sogar wenigstens 3 bis 4 verschiedene Verwerfungen längs derselben Verwerfungsebene constatiren.

*Zerstückung des Kristianiathals und der Fjordunterlage
in gegenseitig verworfene Gesteinsplatten.*

Die gegenseitigen Altersverhältnisse der *verschiedenen einander schneidenden Verwerfungslinien* näher festzustellen, ist demnach auch aus diesem Grunde sehr schwierig, weil längs jeder derselben eine grössere Anzahl Verwerfungen zu verschiedenen Zeiten stattgefunden haben kann. Zwar müssen wir wohl mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen können, dass die ersten Anfänge, die älteren Verwerfungen, längs dem Ostabhange Slemmestadoddens, Nærnsoddens, längs dem Westabhange Näsoddens und Ekebergs und der Akershusklippe, sowie längs dem Nordabhange Ekebergs ung. zu gleicher Zeit (nach unserer nicht endgültig bewiesenen Auffassung nämlich gleichzeitig mit dem Faltungsprocess der Silurformation) eingetroffen sind; hierfür spricht namentlich auch die grosse Uebereinstimmung der eigenthümlichen älteren Reibungsbreccien, welche die Grenzgesteine der Grundgebirgsoberfläche längs den Verwerfungen bilden. Was aber die jüngeren, sicher später als die Faltung der Silurformation stattgefundenen Verwerfungen betrifft, so haben wir bis jetzt keine hinreichende Grundlage für eine sichere Entscheidung ihrer gegenseitigen Altersverhältnisse. Fragt man sich z. B., ob die jüngeren Verwerfungen am Westabhang Ekebergs älter, gleichzeitig oder jünger als die jüngeren Verwerfungen an seinem Nordabhang sind, dann können wir eigentlich keine bestimmte Antwort geben. Es lässt sich nämlich nicht sicher entscheiden, ob eine dieser Verwerfungslinien die andere überschneidet. Meine Karte im Maassstab von 1 : 10000 zeigt zwar, dass die jüngeren Verwerfungen längs dem Nordbhang Ekebergs nicht nach WSW hin fortzusetzen scheinen; andererseits zeigt aber diese Karte in grossem Maassstabe auch, dass die Verwerfungslinie längs dem Westabhang der Akershusklippe nicht die unmittelbare Fortsetzung der Verwerfungslinie am Westabhang Ekebergs bildet, sondern diese scheint keine zusammenhängende Fortsetzung gegen N zu haben. Die Verwerfungsflächen am West- und Nordabhang Ekebergs scheinen demnach beide an dem Punkt, wo sie einander schneiden sollten, aufzuhören oder sie wären trotz der knieförmigen Umbiegung des Grundgebirgsabhangs bei Grönlien zusammenhängend und in einander verlaufend; alle jüngeren Verwerfungen des Westabhangs könnten

demnach wahrscheinlich auch einer gleichen Anzahl am Nordabhange entsprechen. Ekeberg wäre also eine continuirlich abgeschnittene Grundgebirgsplatte, I.

II. Eine zweite Grundgebirgsplatte, II, bildet Näsodden mit seiner Fortsetzung unterhalb des Bundefjords; ihre Grenzen sind also: im W die Ostseite des inneren Kristianiafjords, (im S vielleicht die Thaleinsenkung zwischen Hallangspollen über Bråten, Hafsjødalen und Dal nach Brevik im Bundefjord), im O die Ostseite des Bundefjords bis Grønlien. Weitere Angaben ihrer Grenzen sind zu unsicher; denn da die Verwerfung längs dem Westabhange der Akershusklippe nicht die gerade Fortsetzung der Linie Ekebergs ist, scheint die grösstentheils von dem Hafen Kristianas begrabene Fortsetzung der Festungsklippe gegen SO ein gesunkener »Horst« zu sein*). Sicherer scheint es, dass die Verwerfungslinie am Westabhang Näsoddens gegen N, westlich von Bygdö und Killingen**) (weiter längs dem Thal des Lysakerelvs, Bogstadvand, Sörkedalselven, Langlielven bis Langlivand und vielleicht noch weiter nördlich (?)) fortsetzt; denn an der Westseite Bygdös, in Killingen und bei Lysaker treten ältere Schichten der Silurformation auf, als wir in der Fortsetzung der Schichten der Fornebohalbinsel erwarten sollten. — Nach Norden hin wird diese grosse Platte, wenn wir dieselbe im Ganzen und Grossen als eine einzige Platte auffassen dürfen, was wohl recht zweifelhaft ist, von den syenitischen resp. granitischen Gesteinen, welche das Kristianiathal gegen N begrenzen, abgeschnitten.

III. Westlich von dieser grossen Platte schliesst sich derselben eine neue nach S hin spitz zugeschnittene Grundgebirgsplatte, III, mit aufliegenden gefalteten Silurschichten an; dieselbe ist gegen O von einer Linie: Lysakerelven—Näsoddens Westabhang, gegen SW von den zuerst von *Th. Kjerulf* und *O. Hermann****) beschriebenen Verwerfungen auf der Linie Isi-Sandviken-

*) Vielleicht setzt die Linie Ekebergs ung. in der Richtung des Akerselv mit Unterbrechungen fort? Jedenfalls sind auch in dem Bette dieses Flusses Spaltenverwerfungen vorhanden.

**) Zwischen Bygdö und Killingen ist wieder eine nicht allzu unbedeutende Spaltenverwerfung vorhanden (sieh: Die sil. Etagen 2 u. 3, P. 180), welche wahrscheinlich dieselbe ist, welche längs dem Ullernbach fortsetzt.

***) *M. O. Hermann*. Ueber Dislokationen im Sandvikthal bei Kristiania, *Nyt Mag. f. Naturv.* B. 28, P. 74 ff. und *Th. Kjerulf*, Die Dislokationen im Kristianiathal, I u. II (Ibid.).

Gr. Ostsund (—Ovnen?) begrenzt. Diese letztere ausgezeichnete Verwerfung schneidet sich auch in die Porphydecke hinein. Denn die scharf eingezeichnete, fast wie mit einem Lineal aufgezogene Richtung des Isielvs ist die Fortsetzung dieser selben Verwerfung. Bei Björumsagen hat man bei niedrigem Wasserstand das vorzüglichste Profil, das man sich nur wünschen kann, um eine Verwerfung zu demonstrieren; die westliche Wand dieses tief eingeschnittenen Wasserlaufs besteht aus Syenitporphyr der grossen Porphydecke, die östliche dagegen bis zu bedeutender Höhe aus Kalkstein etc., welcher erst an der Höhe wieder von Porphyr überlagert wird*). Die Sprunghöhen sind schon l. c. von *Kjerulf* angegeben. Die Nordgrenze dieser Platte, welche selbst wieder durch kleinere Verwerfungen aufgeschnitten ist, kann ich zur Zeit nicht angeben. Die Verwerfungslinie Isi—Sandviken—Ostsund ist vielleicht die Fortsetzung der grossen Verwerfung längs der Ostseite des Kristianiafjords, welche unten erwähnt werden soll.

IV. Südwestlich von der Grenzlinie Isi—Sandviken, Gr. Ostsund (—Ovnen?) dieser Platte, schliesst sich eine neue vielfach zerschnittene Grundgebirgsplatte, IV, mit auflagernden Silurschichten an. Es ist dies eine relativ zu den Umgebungen eingesunkene Platte**), welche theilweise ziemlich genau abgegrenzt werden kann. Ihre Grenze gegen NO ist also schon angegeben; gegen W bilden die Abhänge des Nærnsästhals (des Slemmestadåses) im Süden, ferner möglicherweise die Depression zwischen der Vettrebucht und der Leangbucht etc. und ihre Fortsetzung nach NNW, also die Verwerfungslinie, welche von *Kjerulf* in seiner vorzüglichen Skizze über die Dislokationen des Kristianiathals als »Skustadelvens Linie« bezeichnet ist, die Grenze; im S ist ihre Grenze von dem Fjord verborgen.

Die landzungenartige Form, welche durch die Richtungen Gråö—Sundbyholmene—Langåren und Langåren—Asbonen—Askholmene—Koholmen angegeben ist, wurde schon oben erwähnt; da

*) Es ist dies dasselbe Profil, das schon in Kristiania Silurbecken, P. 47, von *Th. Kjerulf* dargestellt ist. Der von ihm als RP bezeichnete gewöhnliche Deckenporphyr steht jedoch an beiden Seiten der Verwerfung an.

**) Was *Suess* als eine Grabenversenkung bezeichnet hat; in meiner Abhandlung: »Spaltenverwerfungen etc«, *Nyt Mag. f. Naturv.*, 28. B., Pag. 393 (1883), habe ich für ähnliche Versenkungen den Namen »Rinnen« gebraucht.

hier im südlichsten Theil des inneren Kristianiafjords, in den Høvikscheren, Ramtonholmen etc., nur die ältesten Silurschichten vorhanden sind, bezeichnet die Richtung Gråö—Langåren wahrscheinlich keine Verwerfung, sondern entspricht den Richtungen Dalen—Slemmestadodden, Bårudvand—Nårnäsodden etc. Dagegen ist unmittelbar südlich von Gråö durch die Granitgrenze, welche von Kastet über Killingholmene, Hjälp und Rödholmene*) nach Furuholmene und Varpen verläuft, eine Verwerfungslinie. Wahrscheinlich sind dann sowohl der westliche als der östliche Fjordarm beiderseits von Håö Verwerfungsrichtungen und demnach hier mehrere Spalten vorhanden. Es würde diese grosse Grundgebirgsplatte somit im Ganzen ung. folgende Umgrenzung besitzen: Isi—Sandviken—Ovnen; Ovnen—Dröbak; Dröbak—Kastet; von Kastet — längs dem Thal des Røkenelvs, dann über Bårudvand längs dem Nårnässtal bis Slemmestadodden — Vetrebugten—Leangbugten, Skudstadelven—Isi. Es wäre eine ung. 3 norwegische Meilen (ca. 33 Kilometer) lange, ca. $\frac{1}{2}$ norw. Meile (5—6 Kilometer) breite, nach NNW und SSO zugespitzte Platte.

Vollkommen bezeichnend ist die Bedeutung dieser Platte in folgender Bemerkung von *Kjerulf* (Dislokat. im Kristianiathal, 1. c. P. 172) angegeben: »Die Depression in der Landschaft, welche sich augenscheinlich beiderseits Tanum, zwischen Ramsås und Kolsås und mit den Bårumsbergen im Hintergrunde zeigt, ist ein Abschluss des gerade auf dieselbe steuernden Kristianiafjords. Ist nun der Abschluss dieser Landschaft durch Verschiebung des Bodenstücks gebildet, so ist wohl auch das Fjordbett selbst in einer solchen angelegt.« Diese Auffassung *Kjerulf's* hat sich durch meine (z. Th. übrigens schon älteren) Entdeckungen der Reibungsbreccien an der West- und Ostseite des Kristianiafjords vollkommen bestätigt. *Denn es ist jetzt vollkommen sicher bewiesen, dass der innere Kristianiafjord durch die Erosion der Silurformation auf einer gesunkenen Grundgebirgsplatte zwischen anderen beiderseits geognostisch wie topographisch höher gelegenen Gesteinsplatten gebildet ist;* die (indirekte) Bedeutung der Verwerfung für die Fjordbildung kann hier nicht geleugnet werden.

Diese gesunkene Platte ist übrigens selbst wieder noch zer-

*) Auf der geol. Rektangelkarte »Kristiania« ist Killingholmene, Hjälp, Torvö, Rödholmene etc. als Grundgebirge anstatt als Granit angegeben.

schnitten, durch grössere und kleinere Verwerfungen, welche, in so fern sie längs Thälern auftreten, in *Kjerulf's* Abhandlung näher erwähnt sind. Es sind ung. N—S verlaufende Verwerfungen, welche sich auch hier geltend machen. *Kjerulf* erwähnt folgende: 1) Släpenden—Grönsund—Hestsund; 2) Näselsens Verwerfungslinie, vielleicht in dem Sund zwischen Konglungen und der Konglunginsel fortgesetzt. — Dann folgt weiter westlich Skustadelvens Linie.

Vielleicht sind es dieselben 3 Verwerfungen, welche wir auch weiter südlich längs dem Kristianiafjord vorfinden, nämlich als die Fortsetzung von 1 entweder der steile Abhang Hövik—Nygård oder eine Linie zwischen Gråö und Håö, als die Fortsetzung von 2 der Abhang Nærnsåsens, von 3 endlich der Abhang Slemmestadåsens zwischen Slemmestadtangens längs dem Nærnsåsthal bis Bårsvand. Jedenfalls sind hier sowohl im Norden als im Süden wahrscheinlich Verwerfungen analoger Art vorhanden; nur die Combination derselben lässt sich natürlich nicht exact nachweisen.

Die zahlreichen kleinen und ganz kleinen Verwerfungen, welche ich innerhalb dieser Platte, namentlich auf den Inseln zwischen Ostö—Gåsö und Leangen—Volden, beobachtet habe, streichen in der Regel auch ung. N—S; eine nähere Aufzählung derselben würde kein weiteres Interesse darbieten und nur die Häufigkeit der *kleinen* Verwerfungen illustriren, deren Bedeutung ich übrigens schon bei einer früheren Gelegenheit dargestellt habe.

V. Westlich von dieser Platte IV schliesst sich endlich noch ein schmaler, langer Landstreifen an, welcher als eine besondere Platte, V, aufgefasst werden kann; ihre Grenzen gegen O sind schon angegeben, gegen W bildet die Granitgrenze westlich von Bondivand—Gjellumvand und dem von dem letzteren See entfließenden kleinen Fluss eine Verwerfungslinie, von *Kjerulf* als die Bondilinie angeführt; im S bildet das Thal des Rökenelvs (im SW von Granit, im NO von Grundgebirge begrenzt) eine NW—SO verlaufende Verwerfungsgrenze. Die Fortsetzung der Bondilinie nördlich von Semsvand ist nicht näher untersucht.

Diese schmale, lange Platte ist im Verhältniss zu den im W sich anschliessenden Granit- und Porphyrfelsen eine gesunkene Platte, liegt aber selbst wieder sowohl geologisch als orografisch höher als die vorige Platte (IV), in welcher die Rinne des inneren Kristianiafjords ausgegraben ist. Der nördlichste Theil des inneren Kristianiafjords (zwischen Sandviken—Ovnen und Lysaker—Näsod-

tangen) gehört aber einer anderen Platte (III, die relativ wieder höher liegt, an. Endlich gehört auch der Bundefjord einer anderen Platte (II) an.

Es wurde schon oben genügend hervorgehoben, dass nicht nur Senkungen, sondern auch Drehungsbewegungen die Lage der einzelnen Platten beeinflusst haben. Ausserdem muss es auch berücksichtigt werden, dass die Sprunghöhe der Verwerfungen nicht in der ganzen Länge der Verwerfungslinien dieselbe ist. Im Allgemeinen können wir sagen, dass die Granit- resp. Syenitmassen nördlich von dem Kristianiathal (der Porphyryplateaurand nordwestlich von demselben z. Th.) und die Granitgrenze im SW, sammt die Grundgebirgslinie: Ekebergs Westabhang — die Depression: Bredvik—Hallangspollen ein *nach der Mitte hin relativ stärker eingesunkenes, zerschnittenes, elliptisches, becken- oder schüsselförmiges Verwerfungsfeld umgrenzen*. Dies ist keine Phantasie, sondern Schritt für Schritt durch Beobachtungen, welche nicht anders gedeutet werden können, nachgewiesen. Dies ist, was seit alter Zeit »das *Christiania-Silurbecken*« genannt wurde. *Die Beckenbildung ist aber nicht ursprünglich, sondern sekundär, aus Verwerfungen herrührend.*

Dies sind die grossen Züge *der Anlage* dieser Landschaft; die zahlreichen kleineren Verwerfungen genauer aufzugehen, ist hier nicht unsere Aufgabe. Nur so viel mag erwähnt werden, dass eine ganze Gruppe von Verwerfungen noch nicht berücksichtigt worden ist: *die Faltenverwerfungen*. Nicht, dass sie jede Bedeutung für die spätere Ausmeisselung der Landschaft entbehren, im Gegentheil, die hübsch hervortretenden Streichrichtungen der Silurfalten sind häufig eben durch das Auftreten solcher Schichtsuiten, welche der Bildung von Faltenverwerfungen günstig waren und derselben Eigenschaft wegen später auch der Erosion besser widerstehen konnten, charakterisirt; im Süden spielt die Schichtenserie des Orthocerenkalks, weiter nördlich und im Bundefjord der mächtige Kalksandstein diese Rolle; dass selbst ganz bedeutende Faltenverwerfungen recht häufig sind, habe ich schon in einer früheren Arbeit bewiesen; weiter nördlich als die damals besonders untersuchte Schichtenserie im südlichsten Theile des inneren Kristianiafjords begegnet uns die eine grosse Faltenverwerfung nach der anderen; ich werde hier nur auf eine gewaltige Faltenverwerfung längs der Mündung des Bondielvs bei Vadet (Blakstadbogen) in Asker aufmerksam machen.

Da eben solche Schichtenserien, welche in grösserer Mächtigkeit aus festeren, homogenen Gesteinen, Kalkstein oder Kalksandstein bestehen, der Bildung von Faltenverwerfungen besonders günstig gewesen sind*), und da diese Gesteine auch der Erosion am besten widerstehen konnten, so markiren die Faltenverwerfungen ganz gewiss auch die Landschaft der gefalteten Silurinseln oft sehr charakteristisch; da sie aber andererseits älter als die jüngeren Spaltenverwerfungen sind, werden sie von diesen durchschnitten und treten deshalb vor denselben in Bedeutung so weit zurück, dass wir in dieser, wesentlich nur die grösseren Züge berücksichtigenden Darstellung, die Faltenverwerfungen, ebenso wie die kleineren Spaltenverwerfungen, ganz ausser Acht lassen müssen. Sie sind deshalb auch in die beigelegte Karte nicht eingezeichnet.

Die grösseren Spaltenverwerfungen markiren die meisten hervortretenden Linien der Landschaft. Ihre Richtungen sind also wesentlich folgende:

Ung. N—S.

Die Verwerfungslinie, welche von *Kjerulf* die Bondilinie genannt wurde.

Die Verwerfungslinie Skustadelvens (*Kjerulf*); die Verwerfung längs dem Abhang Slemmestadtangens bis Nærnsås

Die Verwerfungslinie Näsølvens (*Kjerulf*); die Verwerfung längs dem Abhang Nærnsåstangens bis südlich von Ramton.

Die Linie Høvik—Fiske im Süden; die Verwerfungslinie Släppendpassets**).

Ung. NNO—SSW.

Die Verwerfung längs dem Abhang Näsøddens, zwischen Näsødtangen und Øvnen (und noch weiter nach SSW bis Spro).

Ung. ONO—WSW.

Die Verwerfung längs dem Abhang Ekebergs zwischen Grønliden und Bryn. Weiter östlich ändert sich die Richtung.

*) Confer. meine Darstellung in: Die sil. Etagen 2 u. 3, P. 226.

**) Ung. N—S läuft auch die Richtung der engen Fjordinnen zwischen Gråø und Håø und zwischen Langåren und Askholmene; dass auch hier eine Verwerfung vorhanden ist, lässt sich wohl nicht leicht beweisen, ist aber recht wahrscheinlich. Auch die grosse Tiefe des Fjords zwischen Langåren und dem Festlande Näsøddens spricht dafür; da die Tiefe des Sunds bei Langåren nicht weniger als 93 Faden oder 175 Meter, die Breite nach der Seekarte nur ca. 875 Meter beträgt, so verhalten sich die Tiefe und die Breite des Langårensunds also wie 1 : 5!

Ung. SO—NW.

Die Verwerfungslinie Isielven-Sandviken-Gr. Ostsund (*Kjerulf*).

Ung. SSO—NNW.

Die Verwerfung längs dem Abhang Ekebergs zwischen Grönlilien und Nordstrand. Weiter südlich, zwischen Ljan und Båkensten, ändert sich diese Richtung bis zu ung. NNO—SSW. Wahrscheinlich sind hier mehrere Verwerfungen vorhanden.

Wie wir oben gesehen haben, wurde in einigen Fällen bestimmt nachgewiesen, dass längs einer und derselben Verwerfungsspalte mehrere zeitlich getrennte Verwerfungen stattgefunden haben. Was nun die einzelnen Verwerfungen selbst betrifft, könnte man vielleicht darüber in Zweifel gerathen, ob dieselben langsam, durch längere Zeiträume, oder plötzlich, als grosse Katastrophen, vor sich gegangen sind? Was mich betrifft, scheint es mir, dass die gewaltigen Breccienmassen, welche auch längs mehreren jüngeren Verwerfungsspalten beobachtet werden, für diese letzteren eher eine plötzliche Katastrophe, als einen langsamen Vorgang andeuten. Bestimmtere Beweise für die eine oder die andere Auffassung zu liefern, ist aber sehr schwierig. Für die älteren, nach meiner Auffassung mit der Stauung der Silurformation gleichzeitigen Breccien, wäre dagegen eine langdauernde Bildung anzunehmen.

Die Altersbestimmung der Verwerfungen durch die Relationen derselben zu den Eruptivgesteinen beleuchtet.

In meiner Abhandlung über die Spaltenverwerfungen in der Gegend Langesundsfjord—Skien versuchte ich ausführlicher die Relationen zwischen den Verwerfungen und den Eruptivgängen für genauere Altersbestimmungen der ersteren zu benützen. Die Principe derartiger Bestimmungen wurden schon bei dieser Gelegenheit auseinandergesetzt und dürfen deshalb hier ohne genauere Erwähnung angewandt werden.

Die ältesten Anlagen einiger der grösseren oben erwähnten Verwerfungen des Kristianiafjords wären nach der obenstehenden Darstellung vielleicht schon gleichzeitig mit der postsilurischen Faltung eingetroffen; wenn dies richtig wäre, was indessen nicht endgültig bewiesen werden konnte, sind die Sprunghöhen dieser ältesten Verwerfungen jedenfalls relativ unbedeutend gewesen, und die wesentlichste Aeusserung des Faltungsprocesses längs

diesen alten Verwerfungsebenen hat in einer sehr grossartigen Zermahlung der beiderseits der Verwerfungsebenen anstehenden Grundgebirgsgesteine bestanden, was aus der Mächtigkeit und der eigenthümlichen Beschaffenheit der ältesten Reibungsbreccien hervorgeht. Diese Brecciengesteine bildeten bald sehr feste Gesteinsmassen.

Nach der Stauung der paläozoischen Formationen dieser Gegend fand, wie schon *Kjerulf* an mehreren Stellen nachgewiesen hat, eine Abrasion der gebildeten Gebirgskette statt. Erst *nach* dieser Abrasion fingen die ersten grossen Masseneruptionen an, was ich (in: Die sil. Etagen 2 & 3, P. 319—323) zuerst auseinandergesetzt habe.

Die ältesten postsilurischen Eruptivgesteine der Gegend Mjösen—Langesundsfjorden sind die sogenannten *Augitporphyrite**). Dieselben bilden bekanntlich auf Ringeriket und bei Kristiania, bei Holmestrand etc. und bei Langesundsfjorden überall mächtige Decken über die jüngsten Schichten der gefalteten abrasirten paläozoischen Formationen, von denselben durch eine dünne Conglomeratplatte unbestimmten Alters getrennt.

Schon von der Gegend Langesundsfjordens zeigte ich (l. c. P. 349—368), dass Gesteine, welche mit den Augitporphyren zusammengestellt werden müssen, nur ganz ausnahmsweise als Füllung von Gangspalten auftreten, wogegen sie dort in zahlreicher Menge als *injicirte Lagergänge* vertreten sind. Die Beobachtungen erlaubten demnach hier mit ziemlicher Sicherheit den Schluss, dass die Spaltenbildungen zu der Zeit der Eruption der Augitporphyre noch nicht ausgebildet waren, und dass die Verwerfungen im Allgemeinen jünger als die Augitporphyrite sind.

Auch in der hier vorliegenden Gegend sind gangförmig auftretende Augitporphyre als Spaltengänge sehr spärlich; unter den zahlreichen Gängen meiner detaillirten Karte über die Inseln bei Kristiania findet sich kein einziger; doch kenne ich z. B. von Asker Gänge, welche mit den deckenförmigen Augitporphyren zusammengestellt werden müssen. Dagegen kommen auch in der Kristianiagegend *injicirte* Massen, welche wahrscheinlich hier eingereiht werden müssen, vor; als solche zwischen den Schichten der Silurformation *injicirte* Gänge sind wahrscheinlich die schon früher von mir beschriebenen verschiedenartigen Grünsteinsgänge, darunter

*) Für meine schon früher (Nyt Mag. f. Naturv. B. 28, P. 408) ausgesprochene Annahme, dass die Quarzporphyre Kroftkollens etc. jüngere *injicirte* Massen seien, habe ich im Sommer 1885 entscheidende Beweise gefunden, welche an anderer Stelle dargestellt werden sollen.

die als Proterobasen erwähnten Gänge, von Slemmestad und Nærnäs (z. Th.)*) zu betrachten.

Aus denselben Gründen wie in meiner oben erwähnten früheren Darstellung meine ich auch für die Umgegend Kristiania's annehmen zu können, dass zu der Zeit der Eruption der Augitporphyre Spalten mit begleitenden Verwerfungen längs denselben in grösserer Anzahl nicht ausgebildet gewesen sind.

Nach der Eruption der Augitporphyrite sind immer saurere Massen zur Eruption gelangt, die wahrscheinlich alle Zwischenglieder zwischen den Augitporphyriten und den sogenannten Feldspathopphyren bildeten**). Diese letzteren sind in ihrer typischen Ausbildung, wie ich nachgewiesen habe, *Augitsyenitporphyre*: sie bilden sehr ausgedehnte Decken, welche den massigen Augitsyeniten entsprechen. Die Augitsyenitporphyre kommen auch als Spaltenfüllungen vor; hierzu gehören z. B., wie ich nachgewiesen habe, die sogenannten typischen »*Rhombenporphyrgänge*«.

Diese Rhombenporphyrgänge, welche überhaupt nicht sehr zahlreich sind, streichen schon parallel den *grossen* Verwerfungslinien des Kristianiafjords und sind öfters selbst von kleineren Verwerfungen begleitet. Der grosse Gang von Rhombenporphyr zwischen Ljan und Oslo streicht dem Westabhang Ekebergs ungenau parallel, also in der Richtung SSO—NNW, zu. Der grosse Rhombenporphyrgang dagegen, welcher in Røken über Gjeitungholmen, Skurven nach N. Grundvik streicht, ist hier parallel dem Abhang Slemmestadoddens, also N10°O—S10°W. Schon früher habe ich (Die sil. Etagen 2 u. 3, Pag. 230 etc.) längs diesem Gang eine Reihe paralleler Verwerfungen (l. c. gewiss unrichtig als Horizontalverschiebungen aufgefasst) beschrieben; ganz entsprechend habe ich auch an der Insel Husbergö im Bundefjord parallel dem hier anfangenden grossen Rhombenporphyrgang, welcher über das östliche Inselchen streicht, 3 kleine Verwerfungen in der Richtung des Ganges oder ungenau N10°O—S10°W beobachtet. Dieser grosse Gang ist auch deshalb bemerkenswerth, weil er keineswegs geradlinig verläuft, sondern eine vielfach gebogene Linie weist; die Fortsetzung der Gangspalte von Husbergö über

*) Siehe »Die sil. Etagen 2 u. 3«, P. 316—318, siehe auch »Spaltenverwerf. etc.« l. c. P. 365 und *H. Reusch* N. Mag. f. Nat. B. 28, P. 150.

**) Solche Zwischenglieder kommen nicht nur als Decken, sondern sowohl bei Kristiania als bei Holmestrand auch als Gänge (Syenitdiabase) vor. Ich werde dieselben in einer anderen Arbeit beschreiben.

S. u. N. Langö zeigt erst die Richtung SSO—NNW, auf Rambergö zuerst die Richtung S—N, dann beschreibt der Gang, unmittelbar ehe er nach Gräsholmen hinüberstreicht, einen engen gekrümmten Bogen, wobei er zwischen den Schichten injicirt ist; hier ist die Richtung wieder S—N, dann auf Hägholmen ung. SSO—NNW; an der von dem Fjord bedeckten Strecke zwischen dieser Insel und Lindö muss die Gangspalte einen Bogen machen, denn über Lindö streicht der Gang ung. in der Richtung SW—NO, und an der östlichsten Spitze der Insel theilt er sich sogar in zwei parallele Gänge, daselbst die grösste Mächtigkeit, zusammen ung. ca. 20 M. erreichend; um so mehr ist es auffallend, dass in der weiteren Fortsetzung auf Hovedö die Mächtigkeit wieder stark abnimmt, wobei gleichzeitig der porphyrartige Charakter des Gesteins z. Th. verschwindet; der Gang macht hier in dem nordwestlichsten Theile der Insel einen hübschen Bogen nach NNW, nach Kavringen hin, wo die Richtung wieder in WSW—ONO übergeht; die Fortsetzung finden wir auf der Klippe Akershus in der Richtung S—N, dann, nach einer knieförmigen Umbiegung, auf Tyveholmen in der Richtung O—W; von hier ab setzt der Gang in ung. S—N-licher Richtung über Lille-Frogner (und Riis?) fort, nach Vettakollen hin; vielleicht steht sein Gestein, wie von *Kjerulf* früher angenommen wurde, mit dem Massiv Vettakollens in Verbindung. Selbst habe ich dort jedoch kein genau entsprechendes Gestein gefunden, denn die Porphyrgesteine des höchsten Gipfels unterscheiden sich recht merkbar von dem Rhombenporphyr.

Ich habe den Verlauf dieses Ganges in einer Strecke von ca. 10 Kilometer so ausführlich erwähnt, um zu zeigen, dass die Gangspalten der älteren Gänge des Kristianiathals, zu denen die Rhombenporphyrgänge gerechnet werden müssen, nicht *geradlinig* verlaufen, — was dagegen in weit höherem Grade bei den jüngsten Diabasgängen ganz allgemein der Fall ist, — um auch in dieser Beziehung die Uebereinstimmung der grossen Verwerfungsspalten des Kristianiathals mit den Spalten der *älteren* postsilurischen Eruptivgänge hervorzuheben. Was speciell den erwähnten Rhombenporphyrgang betrifft, dann tritt es schon auf der kleinen Karte, P. 144 (noch mehr aber auf meiner sehr detaillirten Karte in 1:10000) ganz auffallend hervor, *wie die Gangspalte dieses Ganges mit ihrem grossen Bogen bei Hägholmen—Lindö—Hovedö dem Verlauf der grossen Verwerfung längs den West- und Nordabhängen Ekebergs ziemlich genau conform ist.* Die jüngeren Gangspalten haben, wie gesagt, einen

regelmässigeren, mehr geradlinigen Verlauf. Die älteren Gänge dagegen, und im Anschluss zu diesen die *grossen* Verwerfungsrichtungen des Kristianiathals, verlaufen *nicht geradlinig, sondern sind öfters gebogen, oft mehr oder weniger tief eingebuchtet. Eben in diesen Einbuchtungen der Verwerfungsflächen sind auch die Reibungsbreccien am besten aufbewahrt* (Bäkelaget, Ildjersåsens Fuss gegenüber Kavringholmen etc.).

Was oben von den Rhombenporphyrgängen gesagt wurde, gilt auch von anderen älteren Eruptivgängen des Kristianiathals, namentlich von den mächtigen Syenitporphyrgängen von dem Typus der grossen Gänge Nakholmens und Bygdö's (confer. meine Darstellung in: Die sil. Etagen 2 u. 3, P. 285—288). Auch diese Gänge verlaufen weniger geradlinig als z. B. die jüngeren Diabasgänge und folgen häufig den Linien der *grossen* Verwerfungen.

So verläuft z. B. einer dieser Gänge ung. in der Richtung SSW—NNO längs der grossen Verwerfung an dem Abhang Näsoddens. Schon bei Mellemstrand (etwas n. v. Alvärn) beobachtet man diesen Gang, hier in einem umgewandelten Grenzgestein, der ältesten Verwerfung dieser Verwerfungsebenen angehörig; der Gang selbst ist demnach jünger als diese älteste Verwerfung, indem das Grenzgestein schon ein festes Gestein gewesen ist, als die Gangspalte in demselben gebildet wurde. Etwas nördlicher finden wir denselben Gang in der Silurformation auf der kleinen Insel Suterholmen bei Ildjernet in einem bogenförmigen Verlauf (zuerst SO—NW, dann SSW—NNO) über diese Insel und an der Westseite Kavringholmens fortsetzend. Weiter nördlich setzt ziemlich sicher derselbe Gang durch die Spitze Näsodtangens, hier ung. in der Richtung SW—NO und ung. ca. 8 M. mächtig; die eigenthümlichen petrographischen Verhältnisse, ebenso die eigenthümliche Beschaffenheit der Grenzzonen dieses und anderer hierhergehörigen Gesteine werde ich an einer anderen Stelle beschreiben.

Dieser Gang setzt demnach theils an der gesunkenen, theils an der relativ nicht gesunkenen Seite, theils westlich, theils östlich von der grossen Verwerfung längs dem Abhang Näsoddens auf. Nach dem Verlauf der Gangspalte zu urtheilen, scheint der Gang, mit der Grenzlinie der Verwerfung verglichen, jünger als die späteren Verwerfungen dieser Strecke, oder doch ung. von gleichem Alter zu sein; einen entscheidenden Beweis hierfür kann ich nicht liefern, da ich an Ort und Stelle versäumte, die für die Lösung dieser Frage nöthigen Detailbeobachtungen anzustellen; längs der Küste beider-

seits des Sundes bei Suterholmen angestellte genauere Beobachtungen dürften wohl darüber Aufschluss geben. Dagegen ist es, wie erwähnt sicher, dass der Gang jünger als die älteste hier stattgefundene Verwerfung sein muss*). Jedenfalls zeigt auch der Verlauf der Gangspalte unmittelbar längs der Verwerfungsebene, dass eine nahe Relation zwischen der Verwerfung und der Eruption des Syenitporphyrs hier bestehen dürfte.

Welcher der nördlicher auftretenden Gänge desselben Gesteins als Fortsetzung des Ganges von Näsodden betrachtet werden muss, ist in Betracht des keineswegs geradlinigen Verlaufs dieser Gänge kaum möglich zu entscheiden; am ersten dürfte vielleicht der grosse S—N streichende Gang Killingsens die Fortsetzung bilden; parallel demselben ist, wie erwähnt, eine grössere Verwerfung zwischen Killingen und Bygdö. — Die Gänge Nakholmens und Bygdö's streichen dagegen ung. SSO—NNW, nach dem Ullernäs hin; in dem Ullernäs selbst, sowie in seiner Fortsetzung gegen N bei Röd, finden wir dieselben Gänge, hier parallel der muthmasslichen Verwerfungsspalte des Jysakerelvs.

Ebenso wie die echten Rhombenporphyrgänge den typischen Augitsyeniten entsprechen, scheinen die rothen Syenitporphyrgänge (Glimmersyenitporphyr, Bygdöporphyr) bestimmt gewisse massige eigenthümliche quarzführende Augitsyenite, welche nordwestlich von Kristiania vorherrschen, zu repräsentiren. Der Altersunterschied dieser verschiedenen Augitsyenitgesteine ist schwerlich sehr bedeutend; ich werde diese Verhältnisse in einer anderen Arbeit näher berühren.

Vielleicht etwas älter als die Rhomben- und die Syenitporphyrgänge (doch jünger als die Augitporphyre) sind nun eine Anzahl injicirter Gangmassen, welche in der Regel nicht als Spaltenfüllungen, sondern als zwischen den Schichten der Silurformation eingedrungene Lagergänge auftreten und mit verschiedenen Namen bezeichnet worden sind (Euritporphyr, Felsitporphyr etc., Oligoklasporphyr etc. Confer.: Die sil. Etagen 2 u. 3, P. 288). Diese Gesteine, in der Regel Syenitporphyre mit:

*) Der Umstand, dass an keiner einzigen mir bekannten Stelle der Kristianiaegend zwischen dem Grundgebirge und den oben als »Grenzgesteine« bezeichneten älteren Breccien Eruptivgänge aufgedrungen sind, scheint mir überhaupt dafür zu sprechen, dass diese älteren Breccien und die mit denselben gleichzeitigen Verwerfungen älter als sämtliche postsilurischen Eruptivgesteine dieser Gegend sein müssen, wie bereits oben aus anderen Ursachen angenommen wurde.

makrosk. dichter Grundmasse, auch Mikrosyenite oder dichte Quarzporphyre etc. treten in verschiedener Ausbildung sehr häufig längs der Grenze des Grundgebirges und der Silurformation in den ältesten Schichten derselben auf, und gerade an solchen Stellen am häufigsten, wo grosse Verwerfungen stattgefunden haben. Zu diesen Gängen gehört erstens der helle Syenitporphyr der Akershusklippe und Piperviksbakken, welcher in bedeutender Mächtigkeit zwischen Schichten der Alaunschieferetagen eingeschaltet ist; am Westabhang der Akershusklippe ist ² dies Gestein, wie schon *Kjerulf's* Profil zeigt, längs der Verwerfungsfläche in der Nähe, in Piperviksbakkens Profil (und an der Ostseite der Akershusklippe) dagegen längs der unterliegenden Grundgebirgsoberfläche injicirt. Ebenso ist dasselbe Gestein längs dem Nordabhang Ekebergs, demselben parallel, bekanntlich zwischen den Schichten der Alaunschieferetagen, conform mit und gleich über der Verwerfungsfläche, als eine mächtige Masse injicirt. Die nahen Beziehungen zwischen diesen Gängen und den Verwerfungsflächen der grossen Verwerfungen Ekebergs und der Akerhusklippe machen es wahrscheinlich, dass die Gangmassen selbst nicht *vor* der ersten Verwerfung, sondern *nach* derselben, längs den schon vorhandenen Verwerfungsflächen, vielleicht gerade gleichzeitig mit einer späteren Verwerfung emporgedrungen sind. — Das nahe verwandte Gestein von Bäckelaget, welches schon oben erwähnt wurde, ist jedenfalls jünger als die älteste (mit der Faltung gleichzeitige?) Verwerfung am Westabhange Ekebergs, und älter als die jüngeren hier stattgefundenen Verwerfungen (siehe oben, P. 155).

Es muss übrigens hier bemerkt werden, dass nicht alle dichten, früher als Felsitporphyre oder Euritporphyre etc. bezeichneten, grösstentheils zwischen den Schichten der Silurformation eingeschalteten Gesteine mit den soeben beschriebenen zusammengestellt werden können.

Wie ich schon in früheren Arbeiten nachgewiesen habe, sind die saureren syenitischen und rein granitischen massigen Gesteine, welche nördlich und südwestlich von Kristiania ausgebreitet sind, jünger als die typischen Augitsyenite, obwohl gewiss durch manche petrographische Uebergänge mit denselben innig verknüpft. Gänge, welche diesen etwas jüngeren Massen entsprechen (Quarzporphyre, Syenitporphyre etc.), sind bei Kristiania selbst nicht häufig, finden sich aber z. B. bei Holmestrand (siehe unten) öfters vor.

Die lange Eruptionsserie, welche mit dem Aufpressen der

basischen Augitporphyre anfang und, immer saurere Gesteine erzeugend, mit der Eruption der mächtigen sauersten Glieder der grossen Natrongranitlakkolithe abschloss, *repräsentirt eine besondere Eruptionsepoche*, deren einzelne Gesteinsmassen — sie seien als in der Tiefe erstarrte Massen als Decken oder als Gänge ausgebildet, — als Glieder in eine continuirliche Reihe natronreicher Gesteine eingehen. Die nähere Darstellung dieser Verhältnisse werde ich in einer durch zahlreiche chemische Analysen und durch eingehende, mit einem grossen Materiale ausgeführte petrographische Untersuchungen erläuterten Bearbeitung der Eruptivgesteine des Kristianiagebiets vorlegen; für unsere jetzige Untersuchung interessiren uns diese Eruptivmassen eigentlich nur insofern, als sie zu den Verwerfungen in Relation stehen; es wurden deshalb hier auch nicht alle die verschiedenen Typen der Ganggesteine berücksichtigt, sondern nur einige wenige Beispiele hervorgehoben.

Erwägen wir nun, dass die gewaltigen Eruptivmassen der syenitischen und granitischen Gesteine, mit welchen jene kurz erwähnten Gänge von Syenitporphyren verschiedener Art (dichte Syenitporphyre, Bygdöporphyre, Rhombenporphyre etc.) in Verbindung stehen, eben das Thal- und Fjordbecken des Kristiania-thals theilweise umgrenzen, so dass z. B. gerade die am meisten hervortretende Verwerfungsrichtung, die N—S-liche parallel der Granitgrenze in Röken, westlich vom Kristianiafjord verläuft, welche Grenze selbst eine Verwerfung, die mit der Graniteruption gleichzeitig sein muss*), repräsentirt, und erinnern wir die offenbar ganz nahen Beziehungen zwischen den *grossen* Verwerfungen und den längs denselben auftretenden oben erwähnten Gangmassen, so liegt der Schluss nahe, dass die *grossen* Verwerfungen des Kristianiathals und Fjords (im inneren Theil des letzteren) mit jenen grossen Masseneruptionen in Verbindung gestanden haben und *theilweise* gleichzeitig gewesen sind.

Hüten wir uns aber vor Einseitigkeit und vor allzu engen Consequenzen dieses Schlusses! Denn die Verwerfungen sind ja, ebenso wie die Eruptionen, keineswegs alle gleichzeitig, vielmehr

*) Es lässt sich dies auf dieselbe Weise beweisen, wie ich früher für den Augitsyenit des Langesundsfjordes bewiesen habe, dass die grosse Verwerfung längs der Westgrenze dieses Fjords mit der Eruption des Augitsyenits gleichzeitig sein muss; man findet nämlich in beiden Fällen längs der Grenze Eruptionsbreccien, aber keine gewöhnlichen Reibungs-breccien.

haben, wie oben nachgewiesen wurde, selbst längs einer und derselben Verwerfungsspalte mehrere zeitlich getrennte Verwerfungen stattgefunden. Selbst die jüngsten Gänge des Kristiania-thals haben noch stellenweise Verwerfungen erfahren, und noch mehr ist dies mit den älteren sowohl Gangeruptiven als Massen- und Deckeneruptiven der Fall. Oben wurde ja ausserdem noch die Hypothese versucht, dass die grossen Verwerfungsspalten selbst schon gleichzeitig mit der Faltung als solche zuerst ausgebildet wurden.

Die erhaltenen Resultate unserer Zusammenstellung der Beobachtungen widersprechen einander trotzdem nicht; denn die grossen Masseneruptionen dürften selbst die letztere der begleitenden Folgen des Faltungsprocesses gewesen sein; es stimmt ganz mit unseren Beobachtungen überein, dass längs den zuerst angelegten Verwerfungslinien später gleichzeitig mit den verschiedenen Eruptionen der aus der Tiefe hervorquellenden Massen immer neue Verwerfungen stattfinden mussten. Da es aber sehrwahrscheinlich ist, dass ein Aufpressen eines Eruptivmagma *an einer Stelle* mit einem Zusammensinken der zerschnittenen Kruste *an einer benachbarten Stelle* verbunden sein musste, sollte die oben angedeutete Gleichzeitigkeit der grossen Eruptionen und eines Theils der Sinkungen längs den grossen vorhandenen Verwerfungsspalten uns nicht befremden. Nur dürften wir die Darstellung des wirklich stattgefundenen Vorgangs vielleicht eher umkehren: die nach dem Faltungsprocess in der Tiefe angesammelten Magmen haben der oberliegenden Kruste keine hinreichende Unterlage bieten können; diese ist dann stellenweise zerbrochen und längs den Berstungsspalten eingesunken, und dabei musste eine entsprechende Quantität der flüssigen Magmen aufpressen*). Die Eruptionen selbst wären demnach — abgesehen von dem Einfluss der Tension der Magmen selbst — zum Theil ein einfacher hydrostatischer Process gewesen, ebenso einfach als das Steigen des Wassers in dem Glase, in welches man den Finger hineintaucht, oder als das Aufpressen des Wassers durch Spalten des Eises im Winter, wenn das Eis durch Stürme oder das Sinken des Wassers in Schollen aufberstet. Kennte man das Gewicht der von der Erosion nach den Ver-

*) Ich habe selbst diese Auffassung schon früher, in meiner 1883 geschriebenen Abhandlung »Spaltenverwerfungen etc.«, l. c. P. 411, angedeutet; auch King, Dutton, Suess und andere haben dieselbe Auffassung ausführlicher dargestellt.

werfungen weggeführten Massen, und könnte man das gesammte Einsinken der grösseren Grundgebirgsschollen abschätzen, so dürfte man beim Vergleich des ungefähren Gewichts der Eruptivmassen dieser Gegend mit demjenigen der eingesunkenen Massen einander entsprechende Zahlen erhalten; natürlich fehlen aber die Voraussetzungen einer genauen Berechnung. — Wir fehlen aber trotzdem kaum, wenn wir die Faltung (mit nachfolgender Erosion), dann die Verwerfungen und die ganze Serie der Eruptionen der älteren postsilurischen Eruptionsepoche als die zusammenhängenden Resultate eines gemeinsamen Kraftprocesses auffassen. Und diese Annahme wird nicht dadurch entkräftet, dass die Verwerfungen dieser Gegend ein sehr verschiedenes Alter zeigen, und dass selbst solche, die jünger als alle hier auftretenden Eruptivgesteine sind, nicht fehlen.

Die Ganggesteine, welche der älteren Eruptionsepoche angehörig sind, treten theils als injicirte Lagergänge (Gänge, welche den Augitporphyren entsprechen etc.), theils als nicht *sehr* zahlreiche, dagegen oft ganz mächtige Spaltengänge mit öfters nicht allzu regelmässigem Verlauf (Rhombenporphyrgänge, rothe Syenitporphyrgänge, Syenitgänge etc.) auf.

Einen etwas abweichenden allgemeinen Charakter bieten dagegen die einer jüngeren Eruptionsepoche angehörigen basischen Gänge von Diabas und Proterobas dar. Diese Gänge, welche durch alle älteren Gesteine des Grundgebirges, der fossilführenden Formationen und der Eruptivgesteine der älteren Eruptionsepoche aufsetzen, sind äusserst zahlreich (nur auf den Inseln des Bundefjordes und auf Bygdö habe ich z. B. ca. 50 *verschiedene* Gänge dieser Eruptionsepoche gezählt), dagegen im Vergleich mit den mächtigen Gangmassen der älteren Eruptionsepoche gewöhnlich in Mächtigkeit weit zurücktretend (gewöhnlich sind sie nur 1—3 Meter mächtig, seltener mehr). Auch verlaufen diese jüngeren Gänge gewöhnlich bei weitem regelmässiger, oft nahezu schnurgerade über lange Strecken, obwohl Ausnahmen nicht fehlen. Im Ganzen können wir sagen, dass in der Kristianiagegend, wie in der Gegend Langesundsfiord—Skien, die Spaltensysteme, längs welchen diese jüngeren Eruptivgesteine aufgepresst worden sind, erst während der jüngeren postsilurischen Eruptionsepoche der Diabase in der reichen Fülle und Regelmässigkeit, in welcher sie jetzt vorliegen, ausgebildet worden sind.

Auch diese zahlreichen jüngeren Eruptivgänge sind theils im

Ganzen und Grossen den Richtungen der grossen Verwerfungen parallel, theils sehr häufig selbst von *kleineren* Verwerfungen begleitet, wobei in manchen Fällen die Eruptionsspalte selbst als Verwerfungsebene gedient hat (Beispiele von Hovedö, Sjursö, Bygdö bei Huk etc.); wie die Hauptrichtung der grossen Spalten der Kristianiagegend, haben auch die jüngeren Diabasgänge in der Regel eine ung. S—N-liche (SSO—NNW und SSW—NNO) Richtung. Da in den älteren Porphyrdecken, wie in den Schichten der Silurformation, zahlreiche kleinere Verwerfungen eben in der Richtung der Diabasgänge auftreten, so dürfte es sehr wahrscheinlich sein, dass zahlreiche Verwerfungen dieser Gegend eben während der Eruptionsepoche der Diabase oder nach derselben stattgefunden haben; natürlich haben auch die älteren Verwerfungsspalten als Verwerfungsebenen neuer Verwerfungen dienen können. —

Fassen wir also die durch die obigen Untersuchungen gewonnenen Resultate kurz zusammen:

Das von postsilurischen Eruptivmassen (in N, NW, W und SW) und von aufragendem Grundgebirge (in O und SO) begrenzte Kristianiabecken mit dem Thal und dem von Näsodden getheilten Fjordbassin ist von einigen grösseren Spaltenlinien durchschnitten; dieselben stücken dasselbe in grosse in N—S-licher Richtung längliche Grundgebirgsplatten*) mit ihnen auflagernden, gefalteten und nach der Faltung erodirten Silurschichten, welche gegen einander verschoben sind; längs den Spalten sind nämlich die erwähnten Platten — von welchen wir, als dem Boden des Kristianiabeckens angehörig, wenigstens 4 rechnen können, indem die zahlreichen kleineren Spalten unberücksichtigt bleiben — eingesunken, und dies relativ mehr nach Norden und nach der Mitte des Beckens hin. Durch die Verschiebungen der Platten gegen einander sind Reibungsbreccien gebildet worden. Die längs den Spalten stattgefundenen Verwerfungen sind von verschiedenem Alter, und längs einer und derselben Spalte konnten oft mehrere zeitlich getrennte Verwerfungen nachgewiesen werden; die erste Anlage und der erste Anfang einiger der grossen Verwerfungen ist vielleicht schon ein Resultat der postsilurischen Faltung gewesen. Die Beziehungen, welche sich zwischen den Verwerfungen und denjenigen Eruptivgängen, die mit den grösseren

*) Der Name »Platten« ist eigentlich nicht glücklich gewählt, da wir uns die Spalten ja bis in grosse Tiefe fortgesetzt denken müssen.

Eruptivmassiven des Kristianiagebiets verknüpft sind, zu finden scheinen, machen es wahrscheinlich und z. Th. sicher, dass die grösseren Verwerfungen theilweise mit ihrer Eruption gleichzeitig sind; andere, kleinere Verwerfungen sind jünger als die jüngsten Diabase. *Wenn wir die grösseren Verwerfungen in eine Karte eintragen, so ergibt es sich, dass einige der wesentlichsten orographischen Linien der Landschaft eben mit den grösseren Verwerfungslinien zusammenfallen.*

2. Die schmale Fjordrinne zwischen Dröbak und Filtvedt.

Südlich von Håø und Kaholmen vereinigen sich die beiden engen Fjordarme, welche durch die grosse Insel Håø getrennt werden; auf der ganzen Strecke zwischen Kaholmen und Filtvedt bildet nun der Fjord eine schmale, tiefe Rinne im Grundgebirge; die Länge dieser Rinne ist ung. 11 Kilometer, die Breite $1\frac{1}{4}$ bis ca. 2 Kilometer, die Tiefe auf der ganzen Strecke zwischen Rød-tangdybet (etwas südlich von Dröbak) und Filtvedt in der Mitte des Fjords mehr als 200 M., bis ca. 220 M. oder ca. $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ Kilometer; das Verhältniss zwischen Tiefe und Breite ist hier also ung. 1 : 8. Hierzu kommt nun auch die Höhe der umgebenden Grundgebirgswände, welche sich an der Westseite auf ca. 250 M. und noch mehr beläuft.

Ich habe längs den Wänden dieser schmalen Fjordrinne sowohl weiter südlich als namentlich bei und nördlich von Dröbak beiderseits des Fjords nach Verwerfungsbreccien gesucht, ohne solche entdecken zu können. Da das Wasser selbst alles verbirgt und südlich von Dröbak keine einzige Insel in der Fjordrinne vorkommt, ist es ohne die sicheren Indicien der Reibungsbreccien natürlich unmöglich, etwas Bestimmtes über die Beschaffenheit der hier wahrscheinlich doch vorhandenen Verwerfungen zu sagen.

Das Grundgebirge beiderseits des Dröbaksunds zeigt entsprechende Schichten (Fallen an der Fähre ca. 75° WSW), Augengneis, Gneis, Hornblendegneis und Hornblendeschiefer etc. mit Pegmatitadern von altem Granit. Wahrscheinlich entspricht die Fjordrinne einem von zwei oder mehreren Verwerfungen begrenzten, gesunkenen Landstreifen; denn noch ca. $1\frac{1}{2}$ Kilometer südlich von Dröbak findet man in der Fjordmitte die geringe Tiefe

von ca. 50 Meter, beiderseits von einer Rinne mit einer Tiefe von ca. 100 M. und mehr umgeben, und an dieser relativ seichteren Stelle besteht der Boden z. Th. aus festem Felsen.

Dass längs der schmalen Fjordrinne überhaupt Verwerfungen verborgen sind und die Bildung derselben veranlasst haben, ergibt sich schon daraus mit grosser Wahrscheinlichkeit, dass ihre unmittelbare Fortsetzung nach Süden hin, die Rinne des Mossesunds, evident längs einer gewaltigen Verwerfung verläuft; ebenso ist die unmittelbare Fortsetzung der Dröbaksrinne gegen N durch den östlichen Einlauf zum inneren Kristianiafjord mit grösster Wahrscheinlichkeit längs einer grossen Verwerfung angelegt.

Zweitens verläuft parallel der Dröbaksrinne und nur $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Kilometer westlich von derselben zwischen Varpen im N und Bispn im S eine ausgezeichnete Verwerfungslinie, die Grenze zwischen dem Grundgebirge und dem postsilurischen rothen Granit, der das Grundgebirge längs einer scharfen Grenzfläche durchschneidet. Dass diese Grenze eine Verwerfung darstellt, davon kann man sich leicht an dem Grenzpunkt Varpen, WNW von Dröbak, und weiter nördlich bei Århuskastet, überzeugen; die näheren Details dieser interessanten Grenze werde ich bei einer anderen Gelegenheit erwähnen. —

Da auch die etwas breitere Fjordrinne des inneren Kristianiafjords eine gesunkene Platte repräsentirt, welche von Verwerfungsflächen begrenzt ist, die der Granitgrenze Rökens mit ihrer Grenzverwerfung parallel verlaufen, spricht eben auch dieser Umstand im höchsten Grade für eine entsprechende Auffassung der Dröbaksrinne. Aber die exakten Beweise, welche dort geliefert werden konnten, fehlen für die letztere, weshalb wir uns hier mit einer grossen Wahrscheinlichkeit begnügen müssen. Doch muss ich bemerken, dass ich die Felswände beiderseits der Fjordrinne bei Filtvedt noch nicht untersucht habe; vielleicht könnten hier Reibungsbreccien erhalten sein, die den endgültigen Beweis liefern würden. —

3. Der Fjordgaffen zwischen Filtvedt—Soon—Moss und Holmestrand—Horten.

Bei Filtvedt fängt die schmale Fjordrinne an ziemlich rasch an Breite zuzunehmen und geht in die breite, offene Fjordpartie zwischen Holmestrand—Horten und Soon—Moss über; solche offene Fjordpartien werden auf norwegisch »Fjordgab« (Fjordgaffen) genannt. Dieser grosse Fjordgaffen ist gegen N von der grossen nach S convexen Bogenlinie zwischen Filtvedt und Sande begrenzt; die nördlich von dieser Linie liegende Landschaft, welche durch den nach N einlaufenden Drammensfjord in zwei ung. gleich grosse Hälften getheilt wird, das Kirchspiel Hurum im O, das Kirchspiel Strømmen im W, besteht, — einen schmalen, mehrmals unterbrochenen Küstensaum ausgenommen, — aus rothen Granitfelsen; der Abstand zwischen Filtvedt im O und dem innersten Theil des Sandefjords im W ist in gerader Linie O—W ung. 21 Kilometer oder ca. 2 norw. Meilen. Von dem innersten Theil des Sandefjords an wird der Fjord auf einer Strecke von ung. 17 Kilometer bis nach der Bucht bei Freberg von einer NW—SO verlaufenden Küstenlinie von Sandstein mit überliegenden Porphyrbänken begrenzt; nur in Engenäs und Mulåsen wird diese Küstenlinie von weiter (gegen N) hervorspringenden Halbinseln unterbrochen. Nun folgt zwischen Freberg und Horten ung. in W—O-licher Richtung eine von Halbinseln und Inseln stark zerfranzte Küste von Porphyr auf einer Strecke von ung. 6 Kilometer. Was die Ostseite des Fjords betrifft, so besteht diese am Festlande, in einer continuirlichen schwach gebogenen Linie, die nur bei Soon von einer grösseren Einbuchtung unterbrochen ist, aus Grundgebirge; doch ist diese Küste nur zwischen Skjälvik und Soon frei und offen; zwischen Soon und Saltboden, südlich von Moss, liegen nämlich mehrere Inseln: Bävökollen, Bävö, Jöva, Billeö im N, sowie namentlich die grosse, schmale, aber 11 Kilometer lange Insel Gjelö, alle aus Porphyr und Sandstein bestehend (sammt ausserhalb Soon zugleich die aus Grundgebirge bestehenden Inseln Sauholmene), dicht vor der Küste, so dass nur ein schmaler Sund, der *Mossesund*, zwischen dem aus Grundgebirge bestehenden Festlande und den aus Porphyren und Sandstein bestehenden Inseln eine enge Passage bildet; dieser ung. eine norw. Meile

oder 10 bis 11 Kilometer lange Sund ist selbst an der breitesten Stelle nicht 1 Kilometer breit, an mehreren Stellen aber stark verschmälert, namentlich an der Stadt Moss, wo nur ein ganz schmaler mit einer Brücke überbauter Canal vorhanden ist. Da die Insel Gjelö am Süden relativ breiter ist, wird dadurch die Breite des Kristianiafjords zwischen Horten und Gjelö auf nur ca. 5 Kilometer reducirt, während dieselbe weiter nördlich zwischen Soonkollen im O und Solberg nördl. von Holmestrand im W ung. 21 Kilometer beträgt, also ca. 4 Mal grösser ist. Dagegen ist der Abstand in N—S-licher Richtung zwischen dem südlichen Vorsprung des Hurumlandes und den Porphyrinteln nördlich von Horten in gerader Linie nur wenig mehr als 7 Kilometer. —

Zwischen der aus steilstehenden Schichten des Grundgebirges bestehenden Halbinsel Östnästangen am Hurumlande und der Untiefe Vealösfaket nördl. von Östö bei Horten liegt gerade in der Mitte des Fjords die Insel Mölen. Südlich von Mölen, zwischen Mölen und Vealös, finden sich nach der Seekarte noch Tiefen bis zu ca. 185 M. Dagegen zieht sich zwischen Östnästangen und Mölen ein schmaler, continuirlicher unterseeischer Felsengrat, Langgrunden, auf welchem die Fjordtiefe an keiner Stelle mehr als ca. 35 Meter beträgt, in gerader Linie ung. 4 bis 5 Kilometer in der Richtung S10°W—N10°O hin. — Da Mölen aus den nämlichen steilen Grundgebirgsschichten (Gneiss und Amphibolgesteinen etc. in Wechselagerung) wie Östnästangen besteht und die Schichten dieser Halbinsel dem Streichen nach die Fortsetzung der Schichten von Mölen bilden, so wird also der Kristianiafjord durch diesen Felsengrat in ein westliches und ein östliches Bassin getheilt. In dem ersteren bestehen die grossen Inseln aussenvor Holmestrand (Kommersö mit Gåserumpen, Birköskjäret und Langögrund, ferner Kilingen etc., Bjerkö etc., sammt Langö), sämmtlich aus ung. NW—SO streichenden Schichten der Silurformation; in dem östlichen Bassin finden wir östlich von Langgrunden auch eine Anzahl Inseln: Randvikholmene, Vealös, Tofteholmen etc., welche ebenso wie Mölen aus *Grundgebirge* bestehen. Dementsprechend finden wir auch auf dem Festlande nördlich von dem inneren *westlichen* Bassin, sowohl auf Strömsland zwischen Bækkestrand und Brua, als auf Hurumland, zwischen Solfeld und Ersvik, schmale Säume des Graniterrains aus *Silurschichten* bestehend, während nördlich vom *östlichen* Bassin, zwischen Ersvik und Sagene, ein ähnlicher schmaler *Grundgebirgssaum* an den Granit anstösst.

Während der offene Theil des inneren Bassins (schon unmittelbar westlich von Mölen) in grosser Ausdehnung eine Tiefe von wenigstens 200 Meter aufweist, ist an dem mittleren offenen Theile des östlichen Bassins, zwischen Gjelö und Mölen, nach der Seekarte die Tiefe durchgehends geringer, nämlich ca. 120 Meter als Maximum, und wird erst weiter südlich und nördlich etwas bedeutender.

Nach diesen kurzen orientirenden orographischen Bemerkungen wollen wir nun einige der wichtigsten beobachteten Verwerfungen dieser Gegend erwähnen. —

Schon beim ersten Blick auf die Karte der betreffenden Gegend muss die erwähnte Theilung des Kristianiafjords zwischen Holmestrand und Soon in ein inneres westliches und ein äusseres östliches Bassin durch den schmalen Rücken des Grundgebirges zwischen Östnästangen und Mölen mit der ungleichen Tiefe beider Bassins etc. stark auffallen. Da es mir für einen anderen Zweck von Interesse war, die Beschaffenheit der Granitgrenze des Hurumlandes zu untersuchen, so lag es deshalb auch sehr nahe, an der Grenze zwischen dem Grundgebirge und der Silurformation, bei Ersvik, nach hier wahrscheinlich vorhandenen Verwerfungen zu spüren.

Zwischen Solfjeld (ung. 1 Kilometer SO von Rødtangen) und Ersvik besteht die Küste auf einer Strecke von ung. 3 Kilometer W—O aus *flachliegenden* Schichten der Silurformation, welche dem oberen und mittleren Theil der Etage 4 angehörig sind*). Diese Schichten bestehen grösstentheils aus gehärteten Schieferen, Hornfelsen und Knollenschichten von Kalksilikathornfelsen und Marmor in der bekannten dichten Wechsellagerung der Etage 4; die Schichten sind also, wie gewöhnlich, längs der Granitgrenze stark umgewandelt, relativ ärmer an bestimmbarern Fossilien, trotzdem aber bei einem genaueren Studium gewiss nicht allzu schwierig erkennbar; eine Zone von reinem Schieferhornfels, welcher wahrscheinlich dem schwarzen Schiefer mit *Trinucleus seticornis*, *Calymene trinucleina* etc. der Kristiania- und Langesundsgegend entspricht, konnte an

*) Auf der geol. Rektangelkarte steht: »Chasmopskalk, Etage 4, sowie Spuren von älteren Etagen (Knatvoldstrand)«; dies ist schwerlich richtig, jedenfalls habe ich keine älteren Schichten als die mittleren der Etage 4 finden können.

mehreren Stellen erkannt werden; gegen Ersvik hin wurden stellenweise korallenreiche Schichten, welche den höchsten Schichten der Etage 4 entsprechen dürften, beobachtet. Wenn man diese Schichten näher studiren will, empfiehlt es sich am besten, der Küste entlang zu rudern; auf dem Waldpfade, welcher etwas von der Küste entfernt zwischen Solfeld und Ersvik hinläuft, sieht man nicht viel. Die Schichten fallen, wie gesagt, unter kleinen Neigungswinkeln, so bei Solfeld und etwas östlich von Solfeld im Solfeldskjær 15° S 35° W, weiter östlich z. Th. ca. 15 bis 20° S, westlich von Ersvik in Smedåsen schwebend, ca. 10 bis 20° SSO; man passirt deshalb an der Küste weite Strecken längs dem Streichen über ung. dieselben Schichten; an mehreren Stellen beobachtet man kleinere ung. N—S-liche Verwerfungen (Skjöttelvik und Knatvoldstrand). Auch scheinen die bedeckten Niederungen, die bei den kleinen Buchten bei Skjöttelvik, Røstejen und namentlich bei Knatvoldstrand ausmünden, längs Verwerfungen ausgegraben zu sein.

Zwischen Knatvoldstrand und Bråten erhebt sich ein ung. 80 Meter (250') hoher Rücken, Smedåsen, welcher gegen O, nach dem Thal zwischen Bråten und Ersvik hin, steil abstürzt. Dieser Rücken besteht *bis nahe an Bråten* aus Silurschichten; auf der Rektangelkarte ist die Granitgrenze demnach hier ungenau angegeben*), nämlich als unmittelbar an der Bucht bei Ersvik vorhanden, während man dieselbe erst ung. 1 Kilometer weiter gegen N vorfindet. Diese Unrichtigkeit der geologischen Karte muss ich hier deshalb hervorheben, weil durch sie ein für das Verständniss der Thal- und Fjordbildung wichtiges Verhältniss nicht hervortritt.

Das kleine, enge Thal zwischen Bråten und Ersvik ist nämlich ein ausgezeichnetes Verwerfungsthal, so ausgesprochen, wie man sich's nur denken kann. An der Westseite heben sich die flachliegenden Silurschichten mit einer steilen, abgeschnittenen Wand, an der Ostseite dagegen wird das Thal von dem rothen Granitabhäng Katåsens bis an Ersvik hinan begrenzt; der reich bewachsene flache Thalboden selbst besteht nur aus losen Ablagerungen, durch welche der Bach längs der westlichen Thalwand sich eingeschnitten hat. An der Bucht selbst ist der Abstand zwischen festem Felsen an beiden Seiten ung. 160 Meter. An der innersten

*) Richtiger ist die Grenze auf der alten Karte *Keilhan's* in Gæa Norvegica.

östlichen Ecke der Bucht, gleich südlich von den Häusern von Ersvik, steht Grundgebirge an; von diesem Punkt bis nach Sagene, ca. 2½ Kilometer von ONO gegen NO verläuft die Grenzlinie zwischen einem schmalen Vorland von Grundgebirge, dessen steile Schichten senkrecht auf die Granitgrenze streichen, und dem Granit, welcher sich hinter dem Küstenrand in höheren, rothen Felsen erhebt. An der innersten westlichen Ecke der Ersvikbucht erhebt sich, vollkommen steil, eine stellenweise 50—80' hohe Wand der abgeschnittenen Silurschichten. *Diese Wand ist mit einer ausgezeichneten Breccienplatte bedeckt*, welche auch an mehreren Stellen des Abhangs bis nach Bråten beobachtet werden kann. Zum Theil sitzt diese aus kleineren und grösseren Bruchstücken der silurischen Schiefer- und Kalkschichten bestehende, von Kalkspathadern durchsetzte Breccie noch an der fast vertikalen Verwerfungswand fest angeleimt, theils liegt sie auch am Fuss derselben in gewaltigen losgefallenen Blöcken angehäuft; ihre Mächtigkeit scheint, nach diesem zu urtheilen, wenigstens auf 2 bis 3 Meter geschätzt werden zu müssen. Zahlreiche Gleit- und Reibungsflächen durchsetzen das Gestein der Breccie selbst. Die Silurschichten zeigen übrigens 2 ausgesprochene Zerklüftungssysteme; das eine, welchem auch die grosse Verwerfung des Ersvikthals parallel ist, zeigt SSO—NNW streichende Zerklüftungsebenen; ein anderes, weniger hervortretendes conjungirtes System zeigt WNW—OSO streichende, NNW-lich fallende Zerklüftungsebenen. Man gewahrt übrigens bald, dass hier nicht nur eine, sondern mehrere parallele Verwerfungen vorhanden sind.

Während man nicht nur an der ganzen Küstenstrecke zwischen Solfeld und Knatvoldstrand, sondern auch auf den Inseln des Holmestrandsfjords und auf dem Festlande bei Holmestrand an keiner Stelle gefaltete Silurschichten beobachtet, zeigt das Profil Smedåsens zwischen Knatvoldstrand und Ersvik an mehreren Stellen solche Schichten. *Diese Faltung hat kaum etwas mit dem grossen Faltungsprocess, welcher z. B. im Kristianiathal die Silurschichten so gewaltig zusammengepresst hat, zu schaffen, sondern steht mit den weit jüngeren Verwerfungen in Verbindung und kann als »Verwerfungsfaltung« charakterisirt werden.* Das ganze Silurstück Smedåsens ist am richtigsten als ein »Verwerfungsgrenzstück« aufzufassen, welches von zahlreichen grösseren und kleineren Verwerfungsspalten durchsetzt ist; schon durch das Aussehen seiner Oberfläche offenbart sich dies ganz charakteristisch.

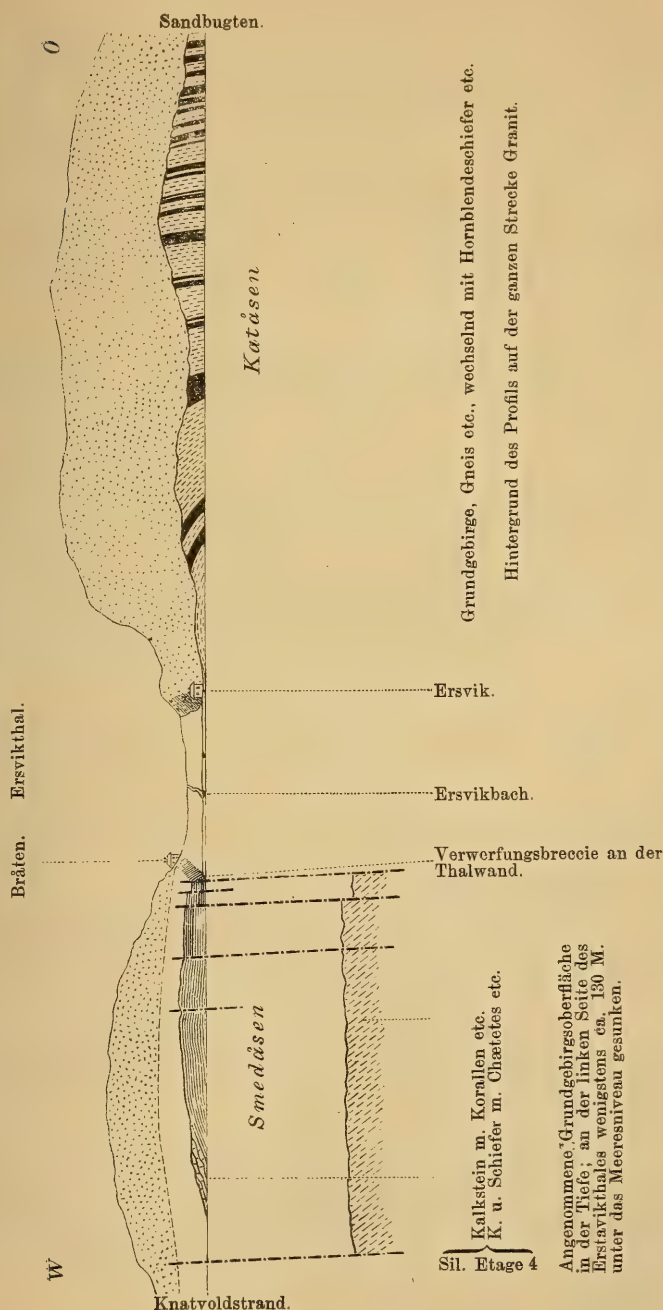
Dieselbe ist rau und grindig, zahlreiche Kalkspathadern durchschwärmen die Schichten, die stellenweise gestaut und zerbröckelt sind und häufig längs grösseren Verwerfungsebenen in Reibungsbreccien übergehen. Ein paar Detailprofile werden dies näher erläutern.

Fig. 12 zeigt in kleinerem Maassstab eine Profilskizze von Knatvoldstrand über Smedåsen nach Ersvik und weiter über Katåsen nach Sandbugten; das Verhältniss für Länge und Höhe ist dasselbe. 5 Verwerfungen in der Richtung $N15^{\circ}W-S15^{\circ}O$ sind eingezeichnet. Die grösste derselben, längs dem Ersvikthal (wahrscheinlich sind hier mehrere vorhanden, die aber überdeckt sind) muss eine Sprunghöhe gleich der Mächtigkeit der Silurschichten zwischen der Grundgebirgsoberfläche und den Chætetes-Schichten im oberen Theil der Etage 4, vielleicht mindestens ca. 130 Meter*) haben, wozu wenigstens auch ein Theil der Höhe des Grundgebirges in Katåsen gerechnet werden sollte; die gesammte Sprunghöhe muss deshalb hier auf ca. 200 Meter (vielleicht eher 300 M.) geschätzt werden. Nach dieser Annahme ist die muthmassliche Grundgebirgsoberfläche unterhalb der Silurschichten Smedåsens eingezeichnet, um die Niveaudifferenz zu zeigen. Vielleicht ist aber das Ersvikthal selbst ein gesunkener Streifen zwischen Smedåsen und Katåsen; denn die mehreren parallelen Verwerfungen längs dem Ostabhang Smedåsens zeigen, dass die östlich von den Verwerfungsebenen liegenden Streifen relativ gesunken sind; ferner findet sich in dem Ersvikthal zwischen der steil abgeschnittenen Silurwand und dem Granitabhang am Thalboden an keiner einzigen Stelle fest anstehender Felsen. ein Umstand, welcher nach meiner Erfahrung für die Annahme, dass das Ersvikthal einen gesunkenen Streifen darstelle, zu sprechen scheint.

Die ganze westliche Felswand ist, wie erwähnt, längs dieser grossen Verwerfungsfläche, welche $N15^{\circ}W-S15^{\circ}O$ streicht, mit einer mächtigen, an manchen Stellen gut erhaltenen Breccienplatte bedeckt. — Westlich von dieser *grossen* Verwerfung finden wir — an einer Stelle an der Bucht, welche Stelle nur aus dem Boote zugänglich ist, gut entblösst — eine zweite, kleinere parallele Verwerfung.

*) Da die älteren Etagen in der Gegend von Holmestrand an keiner einzigen Stelle entblösst sind, ist hier die niedrigst mögliche Zahl angenommen; wahrscheinlich ist die betreffende Mächtigkeit der Silurschichten viel grösser als diese Minimumszahl, vielleicht mehr als 200 M.

Fig. 12.
Profil von dem Knatvoldstrand über Smedåsen, das Ersvikthal und Katåsen nach Sandbugten.
Maassstab 1 : 6600.



An der Felswand links oben aus Schiefer, unten aus wechsel-lagernden Schiefer- und Kalksteinschichten bestehend, ist eine mehrere Meter mächtige Breccienplatte angekittet; dann folgt ein schmales Zwischenstück mit geschleppten Schichten, und so wieder ein zweites Stück, welches nur ca. 12 M. gesunken ist (östlich von diesem Stück hat man noch die grosse Verwerfung, welche an der innersten Ecke der Ersvikbucht beobachtet wird). Die Breccienplatte besteht hier z. Th. aus recht grossen Blöcken, welche theils mit Kalkspath verkittet, theils auch noch von offenen Klüftchen umgeben sind.

Weiter westlich, an der Südspitze Smedåsens (Fig. 13), trifft man noch eine etwas grössere Verwerfung, mit Breccienmasse in ihrer ganzen Länge angelagert. Zwei kleine Profilskizzen von den Stellen *y* und *z* an Fig. 14 u. 15, in S—N-licher Richtung aufgenommen, zeigen auch kleine Verwerfungen, die eine längs einem Grünsteinsgang; in dem zweiten Profil, Fig. 15, sieht man gleichsam den Anfang der Bildung einer Reibungsbreccie längs einer Verwerfungsfläche; man ersieht aus diesem Profil, dass mit der Verwerfung eine beträchtliche Stauung verbunden gewesen ist.

Die Verwerfungsebenen Smedåsens streichen theils in N—S-licher (oder richtiger N15°W—S15°O) Richtung, theils in der Richtung SW—NO oder WSW—ONO.

Diese letztere Richtung ist parallel der Granitgrenze; es ist auch ganz deutlich, dass längs dieser eine Verwerfung von bedeutender Sprunghöhe stattgefunden hat, wie das kleine, übrigens schlecht entblösste Profil von der Küste nach dem Haraldsfeld in S—N-licher Richtung zeigt (Fig. 16).

Auch an der Westgrenze der Silurpartie, bei Solfjeld sieht man, dass der Granit die Silurschichten quer abschneidet und hinter denselben sich als eine Mauer erhebt. —

Diese Richtung SW—NO oder WSW—ONO ist auch in der Verwerfung an der Grenze zwischen dem Granit und dem Grundgebirge auf der Strecke Ersvik—Sagene eine Verwerfungsrichtung. Es ist dies auch die Hauptrichtung der Küste zwischen Ersvik und Filtvedt. —

Die beiden Verwerfungssysteme Solfjeld—Bråten und Ersvik—Mölen beweisen, dass das Bassin südlich von der ersteren und westlich von der zweiten Linie auf einer relativ gesunkenen Landplatte angelegt ist; wir wollen diese Beobachtung aber weiter verfolgen.

Fig. 13.

Profil W—O über die Südspitze Smedåsens.

Maassstab: ca. 1 : 2000.

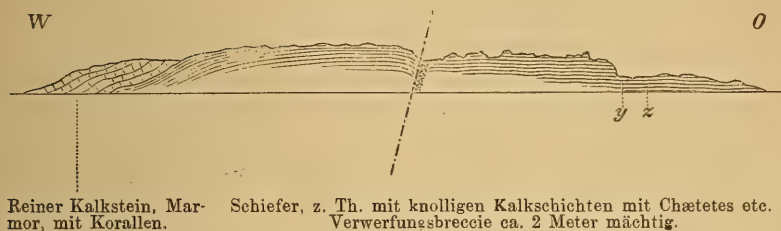
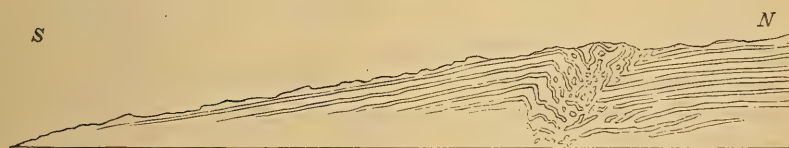


Fig. 14.



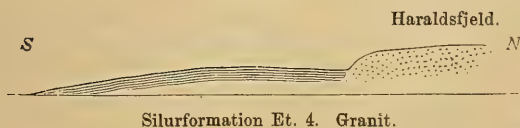
Fig. 15.



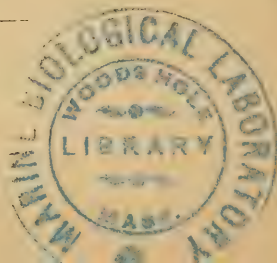
2 Profilskizzen von der Südspitze Smedåsens, in der Richtung S—N, an
den Stellen y und z in Fig. 13.

Maassstab. ca. 1 : 500.

Fig. 16.



Silurformation Et. 4. Granit.



Die ung. N—S-liche Richtung (N15°W—S15°O bis ung. N15°O—S15°W) macht sich nun auch in einer Reihe anderer Verwerfungen dieser Gegend geltend.

Die ganz schmale, kaum $\frac{1}{2}$ Kilometer breite, über 3 Kilometer lange Insel *Langö*, östlich von Holmestrand, besteht bekanntlich aus oversilurischen Schichten, denselben, welche auf Bjerkö, Killingen und Kommersö auftreten; diese Schichten streichen hier aber nicht genau so wie auf diesen Inseln. Schon *Kjerulf* bemerkt (Geol. d. südl. Norw. *Nyt Mag. f. Nat. B. 9. P. 304*) über die Schichtfolge der Inseln bei Holmestrand: »Offenbar wiederholen sich durch Rücken (faults) einige Male dieselben Straten«.

Südlich von der Insel Langö bildet die Küste mit der Bucht Mulevik, der Halbinsel Mulåsen, der Bucht bei Freberg, der Halbinsel Vågåsen und Valnästangen, sowie mit der Bucht bei Falkensten und dem Küstenvorsprung Lövö's eine aus- und eingebuchtete Linie. Von jeder der genannten Buchten setzen Thäler landeinwärts nach Süden fort: von der Bucht bei Falkensten nach dem in N—S-licher Richtung ung. 4 Kilometer langen Borresee, von der Bucht bei Freberg nach Nykirke, ebenso auch von Mulevik.

Schon aus den alten Beobachtungen *Keilhau's**) geht mit grösster Evidenz hervor, dass hier längs der Bucht Mulevik und ihrer Thalfortsetzung, ebenso längs dem Thal von der Bucht bei Falkensten nach dem Borresee gewaltige, ung. N—S-liche Verwerfungen vorhanden sein müssen; *Kjerulf's* ältere Karte in Geol. d. südl. Norw. von 1856 (l. c. Tab.) zeigt dasselbe und macht es ausserdem wahrscheinlich, dass auch längs der Bucht bei Freberg und dem Thal nach Nykirke eine Verwerfung vorhanden sein muss**). Den Beweis der Verwerfungen liefern die Profile, welche hier in der Richtung W—O sich ergeben würden; an der Westseite von Mulevik ist die Folge: Sandstein, mit einem Fall ca. 20° bis

*) »Darstellung der Uebergangsformation Norwegens«, übersetzt von C. F. Naumann, Leipzig 1826, P. 10—14.

**) Auf der Rektangelkarte der geologischen Untersuchung tritt dies Verhältniss gar nicht hervor, theils wegen der unglücklich gewählten Bezeichnung des Sandsteins und des Augitporphyrs, deren Grenzen gar nicht unterschieden werden können, theils wegen der an mehreren Stellen über grössere Strecken ungenauen Angaben der Karte von Feldspathporphyr, statt Augitporphyr, welche Porphyre nicht consequent auseinander gehalten sind.

30° SSW, von Conglomerat und Augitporphyr überlagert, an der Ostseite dagegen in dem steilen Abhang Mulåsens Augitporphyr (die Rektangelkarte giebt Feldspathporphyr an), welcher, wenn hier keine Verwerfung vorhanden gewesen wäre, *unter* dem Sandstein kommen würde. An der Bucht bei Falkenstein ist ganz entsprechend an der Westseite Sandstein mit einem Fall von ca. 30° gegen SW, östlich davon die Augitporphyrwände der Insel Lövö, an deren Nordostspitze wir wieder den Sandstein *unter* dem Porphyr antreffen.

Wie bedeutend die Sprunghöhen dieser Verwerfungen sein müssen, geht aus folgender Berechnung hervor:

Der horizontale Abstand zwischen dem Sandstein bei Falkenstein und auf der Insel Lövö ist ung. $1\frac{3}{4}$ Kilometer; rechnet man den Fallwinkel mit *Keilhau* im Mittel zu ung. 30°, so giebt dies eine Sprunghöhe von ca. 870 Meter; eine ung. gleiche Zahl kommt für die Verwerfung bei Mulevik heraus; diese Zahlen scheinen zwar zu gross zu sein, doch müssen die Sprunghöhen gewiss nach Hunderten von Metern berechnet werden.

Bei allen diesen grossen Verwerfungen ist der östlich von der Verwerfungslinie belegene Landstreifen relativ gesunken. Oben sahen wir, dass bei der grossen Verwerfung Ersvik—Mölen, gerade umgekehrt, das westlich von der Verwerfung liegende Stück relativ gesunken ist; daraus folgt, dass die Fjordpartie zwischen der Mündung des Drammensfjords und der Küste des Hurumlandes bis Ersvik im Norden, zwischen Ersvik—Mölen im Osten, und einer Linie Mulevik—Drammensfjorden im Westen im Grossen und Ganzen eine eingesunkene Erdkrustenplatte darstellt. Dass diese Platte selbst weiter zerschnitten ist, folgt schon aus der obenstehenden Auseinandersetzung. Auch die Betrachtung der Tiefen der Seekarte zwischen Mölen und Langö deutet an, dass die grosse Verwerfung des Borresees in nördlicher Richtung über den Fjord bis nach Skjöttelvik und Röd am Hurumlande fortsetzt (siehe unten 19). Gerade die tiefste Partie des Fjords in N—S-licher Richtung ist demnach auch an der am meisten eingesunkenen Platte angelegt.

Die Insel Langö gehört also einer gesunkenen Platte an, was auch mit den Beobachtungen des Streichens der Schichten Långö's, mit demjenigen der Inseln Killingholmen und Kummersö verglichen, übereinstimmt.

Es liegt unter diesen Umständen die Annahme sehr nahe, dass auch der *Drammensfjord* selbst einen zwischen den Fort-

setzungen der ung. S—N-lichen Verwerfungen auf der Strecke Mulevik—Falkensten eingesunkenen Landesstreifen darstellen muss; irgend ein zwingender Beweis für diese Annahme dürfte aber nur schwierig geliefert werden können.

Ausser den jetzt erwähnten ung. N—S-lichen Verwerfungen dieser Gegend, sind noch viele andere kleinere und grössere in den Porphyrwänden zwischen Mulevik und dem innersten Theil des Sandefjords vorhanden. Häufig sieht man eine offene Kluft längs der Verwerfungsebene gebildet. Am häufigsten scheint die SSW—NNO-liche Richtung sich geltend zu machen. Als Leitung zum Nachspüren der Verwerfungen können theils gewisse Tuf- und Breccieschichten zwischen den Augitporphyrbänken, theils bisweilen auch diese selbst dienen. In mehreren Fällen konnte ich auch längs der Verwerfungsfläche eine Reibungsbreccie beobachten, so bei einer der 3 grösseren Kluftverwerfungen nördlich von Holmestrand. Ausser nach der in ung. N—S-licher Richtung gehenden sind jedoch auch in einer ung. W—O-lichen Richtung Verwerfungen der Porphyrwände ausgebildet; so in der Richtung $W30^{\circ}S—O30^{\circ}N$ südlich von Holmestrand bei einem Bahnwärterhaus an der Bahnlinie nach Nykirke; auch hier sind aber NNO—SSW-liche Verwerfungen bei weitem häufiger. Diese häufigen kleineren und etwas grösseren Verwerfungen in den Porphyrwänden nördlich und südlich von Holmestrand hier näher zu beschreiben, hat für den Zweck der vorliegenden Aufgabe kein besonderes Interesse, weshalb es wohl genügen darf, auf ihre Häufigkeit aufmerksam gemacht zu haben.

Ebenso wie die Granitgrenze am Hurumlande eine continuirliche, mehrfach unterbrochene Verwerfungslinie darstellt, so gilt dasselbe offenbar auch von der Granitgrenze zwischen Broen (Brua) und Bakkevik am Sandefjord. Die Schichten der hier erhaltenen kleinen Silurpartie werden nämlich von dem Granit quer abgeschnitten, und zwar in folgenden Verwerfungsrichtungen:

Von dem Grenzpunkt zwischen den Silurschichten bei Broen (hier steht ein stark umgewandelter Thonschiefer an) streckt sich in der Richtung S—O ein kleines Thal (westlich von und parallel mit dem Bachthal, das auch bei Broen ausmündet), längs welchem die Grenzlinie überdeckt ist. Die Westseite dieses Thälchens besteht aus silurischem Schiefer, mit einem Fall von $15^{\circ} S 15^{\circ} W$, die Ostseite aus Granit, welcher hier längs der Grenze (wie es nach meinen zahlreichen, in einer anderen Arbeit darzustellenden Beobachtungen der Grenzen der jüngeren südnorwegischen

Granite gewöhnlich ist) feinkörnig und granophyrartig ausgebildet ist. Das Thälchen ist z. Th. kaum 50—80 Meter breit; ich folgte der Grenze ung. $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Kilometer in nördlicher Richtung*). Gleich nachher biegt die Grenzlinie um und nimmt eine dem Fjord parallele Richtung SO—NW an. Längs dem Strande sind unaufhörlich die Silurschichten gut entblösst; etwas nördlich von Broen beobachtet man plötzlich ein fast steiles Fallen der Schichten; hier ist ein Verwerfungsschleppen der Schichten vorhanden; gleich nachher findet man wieder das gewöhnliche Fallen von ca. 15° W bis nach dem Grenzpunkt Bækkevik; auch hier werden die Silurschichten von dem an der Grenze feinkörnigen Granite abgeschnitten; weiter landeinwärts habe ich die Grenzlinie hier nicht verfolgt.

Wir sehen, dass auch die SO—NW-liche Richtung des Sandefjords (ebenso wie bei Kristiania) eine Verwerfungsrichtung ist.

Ob auch die etwas mehr nach der Richtung SSO—NNW gedrehte Küstenrichtung zwischen Holm und Bogen an der Westseite des Sandefjords und zwischen Engenäs und Holmestrand eine Verwerfungsrichtung ist, darüber habe ich keine Beobachtungen, welche hinreichend entscheidend sind; nach der Berechnung der Mächtigkeit der von dem Fjord bedeckten Schichtfolge zwischen Kummersö und Engenäs zu schliessen, kann man das Vorhandensein grösserer Verwerfungen hier nicht als *nothwendig* annehmen. Dagegen lässt es sich bestimmt genug nachweisen, dass auch diese Küstenrichtung jedenfalls wenigstens eine alte *Spaltenrichtung* darstellt, deren Spaltenfüllung gleichzeitig mit der grossen Granit-eruption ist. Schon *Keilhau* hat (l. c. P. 14—22, u. P. 32 u. 40) recht ausführlich einen z. Th. 15—20 M. mächtigen Gang**) von rothem Quarzporphyr, welcher von Katteholmen bei Engenäs über Engenäs, Smörsten und Husdalen den Sandstein und Augitporphyr (an Katteholmen) durchsetzt, erwähnt; ung. bei Husdalen muss der Gang unter dem Fjord, der Küste entlang, fortsetzen, denn die Fortsetzung desselben entdeckte ich 1884 in der Stadt Holmestrand selbst, und zwar an der neuen Chaussée nach der Höhe (dort wo die Eisenbahnlinie die Chaussée überschneidet, ferner etwas weiter südlich hinter dem Hause No. 161, hier vielleicht ung. 8 bis 10

*) Auf der Rektangelkarte der geologischen Untersuchung sind diese Grenzverhältnisse nicht ganz genau angegeben.

**) Derselbe Gang, als rother Porphy bezeichnet, ist auch auf *Kjerulf's* Karte von 1856 (l. c.) angegeben.

Meter mächtig); hier setzt dieser grosse, schöne Gang durch den Augitporphyr des schroffen Abhangs fort. Die Richtung des Ganges ist an dieser ganzen Strecke von ung. 8 Kilometer genau parallel der Hauptrichtung der Küste. Auch machte *Keilhau* schon (l. c. P. 40) darauf aufmerksam, dass dieser Quarzporphyrgang mit dem Granit in Verbindung stehen muss und als Ausläufer der Granitmassen anzusehen sein dürfte, ebenso zeigt er auf die Verwandtschaft des granitischen Grenzgesteins bei Holm (ung. 3 Kilometer NNW von Kattøholmen) mit dem Quarzporphyr hin. Nach meinen Untersuchungen darf ich diese Verwandtschaft als bewiesen betrachten, und ist es dann damit auch festgestellt, dass die grosse, von dem Quarzporphyr gefüllte Spalte parallel der Küste zwischen Engenäs und Holmestrand mit der grossen Masseneruption der Granite des Hurums- und Strömslandes gleichzeitig gebildet sein muss, ebenso auch, dass die Verwerfungen längs der Granitgrenze im Hurumlande im Strömslande mit der Graniteruption gleichzeitig sein müssen.

Wenden wir uns nun zu dem östlichen Bassin zwischen Horten—Mölen—Østnåstangen im W, Østnåstangen—Filtvedt im NW, Skjälvik—Soon, Moss, Saltboden im O.

Von der NW-lichen Grenzlinie: Østnåstangen—Filtvedt, wurde schon oben erwähnt, dass diese (wenigstens auf der Strecke Østnåstangen—Sagene) parallel einer Verwerfungslinie verläuft.

Die gewaltigste Verwerfung sämtlicher bis jetzt erwähnter Verwerfungen des Kristianiafjords ist aber diejenige, welche längs der östlichen Grenzlinie in der Fortsetzung der Drøbaksrinne von dem engen Mossesund und der Verlebucht zwischen dem Festlande im O und Båvø—Gjelø im W verdeckt ist.

Dass hier eine gewaltige Verwerfung vorhanden sein muss, geht aus dem Profil von Gjelø und dem angrenzenden Festland hervor. Die Insel Gjelø besteht nämlich aus flachliegenden Bänken von Augitporphyr*) und Augitporphyrmandelstein, welche Gesteine auf dem devonischen (?) Sandstein abgelagert sind; dieser findet sich

*) Auf der Rektangelkarte Moss der geologischen Untersuchung ist das herrschende Gestein der Insel Gjelø als Feldspathporphyr bezeichnet; in den niedrigeren Theilen der Insel ist hier jedoch überall Augitporphyr vorhanden; ob vielleicht in den höchsten Theilen Bjørnåsens und Rambergåsens Feldspathporphyr vorhanden ist, habe ich nicht untersucht.

im nordwestlichen Flachlande der Insel, zwischen Rambergnebbu und dem nordwestlichen Ende der Insel, in ganz schwach nach O oder OSO geneigten Schichten (bei Näs beträgt der Fallwinkel durchschnittlich 13° OSO). An der Ostseite der Verlebucht und des Mossesundes auf dem Festlande findet sich weder eine Spur von dem Porphyryr noch von dem Sandstein. Da der für devonisch angenommene Sandstein überall auf der Strecke Mjösen—Langesunds-fjorden, so auch in dieser Gegend, concordant auf der gesammten Silurformation abgelagert ist, und dieser Sandstein auf Gjølø, wie gewöhnlich, von Augitporphyryr überlagert, im Meeresniveau liegt, muss hier im Mossesunde die gesammte Silurformation und der devonische (?) Sandstein unterhalb der Meereslinie vorhanden, oder die Unterlage der Silurformation, die Grundgebirgsoberfläche, an der Westseite des Mossesundes Tausende von Fuss tiefer, als an der Ostseite desselben belegen sein (confer. Fig. 18). Dies kann nur bedeuten, dass hier eine gewaltige Verwerfung vorhanden ist; eine ausführlichere Beweisführung dafür zu liefern, wäre nach dem Obenstehenden wohl ganz überflüssig. Die Sprunghöhe dieser Verwerfung muss wenigstens auf ung. 1350 M. oder ca. 3300' geschätzt werden (Gesamtmächtigkeit der Silur.-Devon(?)formation auf ca. 1200 M., dazu die Höhe des Grundgebirges östlich vom Mossesund auf ca. 75 M. und die Tiefe der Sandsteingrenze unter dem Meeresniveau im Mossesund auf ca. 75 M. geschätzt).

Um vielleicht noch vorhandene Brecciengesteine längs dieser grossen Verwerfung zu entdecken, untersuchte ich die beiden Ufer des Mossesundes zwischen Moss und Sauholmene ganz genau; Breccien konnte ich jedoch an keiner Stelle entdecken; dennoch zeigte die Grundgebirgsoberfläche an mehreren Stellen (namentlich auf Sauholmene) eine charakteristische rauhe Beschaffenheit und zahlreiche Quarzadern etc. Fallen gewöhnlich $30-40^{\circ}$ W bis WSW. An ein paar Stellen konnten in den Augitporphyryrbänken kleinere Verwerfungen beobachtet werden, so auf Gjølø westlich von Jöva, einer kleinen Insel am nördlichen Einlauf zum Mossesund; auch waren in dem Augitporphyryr Spalten mit Kalkspathfüllung in der Richtung von ung. N—S an mehreren Stellen häufig (z. B. Kjellands-viktangen). Die kleine Insel Jöva selbst zeigt an ihrer Westseite eine steile Wand mit zahlreichen Gleitflächen, Rutschschrammen und Kalkspathadern, welche $70-80^{\circ}$ nach SW fallen; Jöva besteht aus stark aufgespaltetem Augitporphyryrmandelstein.

Die Nordspitze Gjelö's längs dem Bävösund bietet bemerkenswerthe Verhältnisse dar. Wie aus der beigelegten Profilskizze zu sehen (dieselbe wurde bei langsamem Vorbeisegeln aufgenommen, ist demnach natürlich nicht genau aufgemessen), *sind die Schichten des devonischen (?) grauen Sandsteins hier stark gefaltet*. Gleich südlich von dem Bävösund, an der Westseite Gjelö's, zeigen die Sandsteinschichten eine breccienartige Beschaffenheit und bestehen aus grossen, von einer Sandsteinmasse verkitteten Bruchstücken.

Fig. 17.
Profil längs dem Bävösund.



Dieses ist ein sehr auffallendes Verhältniss, denn die Schichten des Sandsteins sind sonst in dieser ganzen Gegend ebensowenig wie die Schichten der Silurformation gefaltet; ein wenig weiter nach SW auf dem ganzen flachen, ausgedehnten Vorland bei Näs zeigen auch die Sandsteinschichten, wie gewöhnlich, ein ganz flaches Fallen (durchschnittlich ca. 13° O oder OSO) ohne Spur einer Faltung, auch sind sie ganz regelmässig von dem Augitporphyr überlagert (eine Conglomeratschicht schien mir hier zu fehlen (?)). — Es scheint mir demnach im höchsten Grade wahrscheinlich zu sein, dass diese starke *lokale* Faltung der Sandsteinschichten am Bävösund, ebenso die Breccienbildung etwas weiter südlich, von einer Verwerfungsstauung herrühren muss. Wir sahen oben, dass auch in Smedåsen, westlich von Ersvik, auf ganz analoge Weise längs der grossen hier vorhandenen Verwerfung eine lokale Schichtenfaltung beobachtet wurde; ich habe dieselbe Erscheinung auch in meiner früheren Abhandlung: Spaltenverwerfungen der Gegend Langesund etc. (l. c. P. 402—404) erwähnt. So grossartig, wie am Bävösund, habe ich dieses Verhältniss, welches ich als »*Verwerfungs-faltung*« bezeichnen möchte, an keiner Stelle beobachtet; gewöhnlich findet man nämlich nur ein Schleppen der Schichten des gesunkenen Theiles (monoclinial flexure), eine einzelne Falte, oder ein ganz lokales Kräuseln der Schichten; hier am Bävösund dagegen waren *mehrere*, nicht ganz unbedeutende Falten.

Kartenskizze der wichtigsten

SALTENVERWERFUNGEN

des

KRISTIANIAFJORDS

von

W. C. Brögger

1:400000.

30 Km.

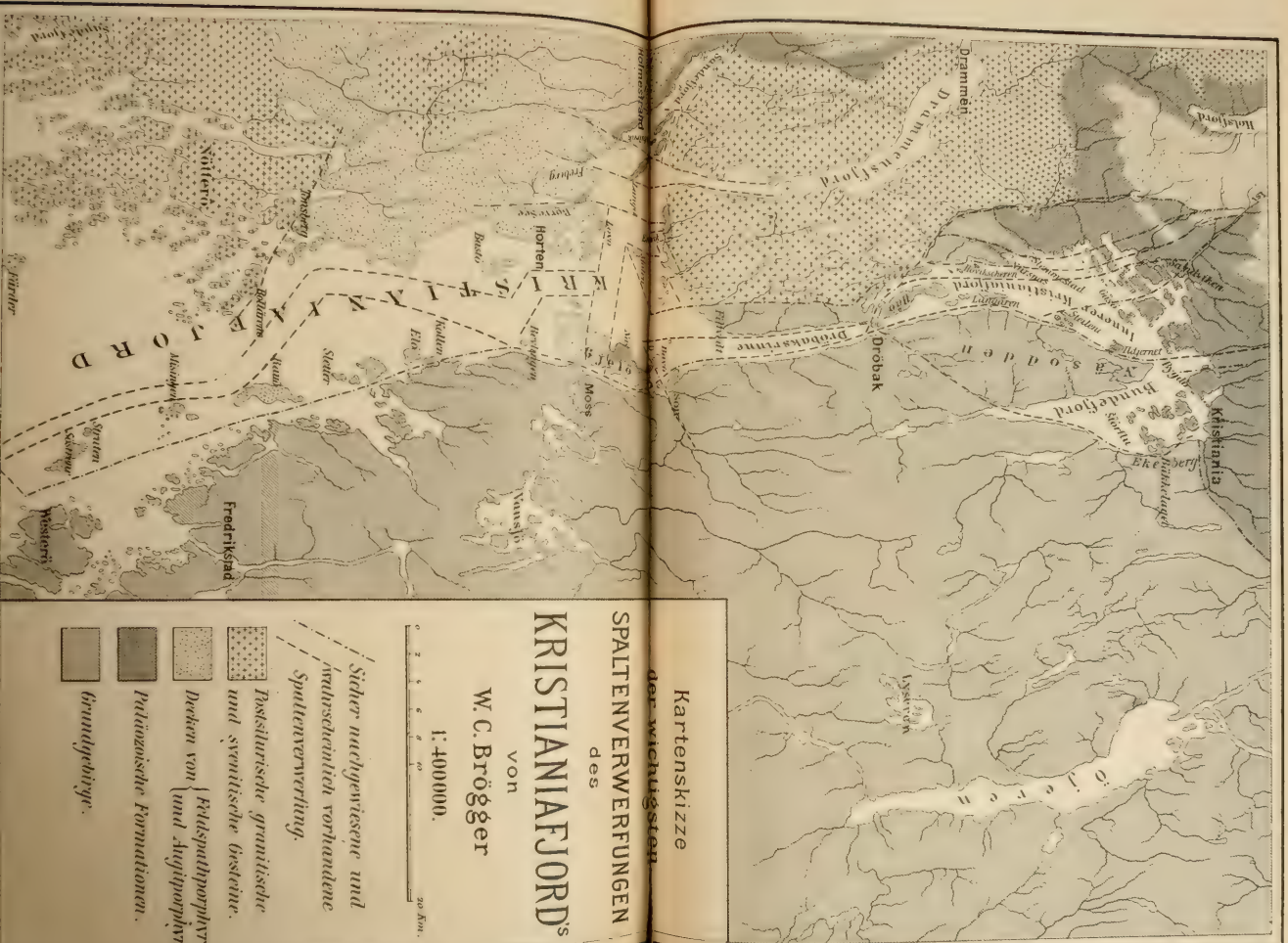
Süder nachgewiesene und
wahrscheinlich vorhandene
Spaltenverwerfungen.

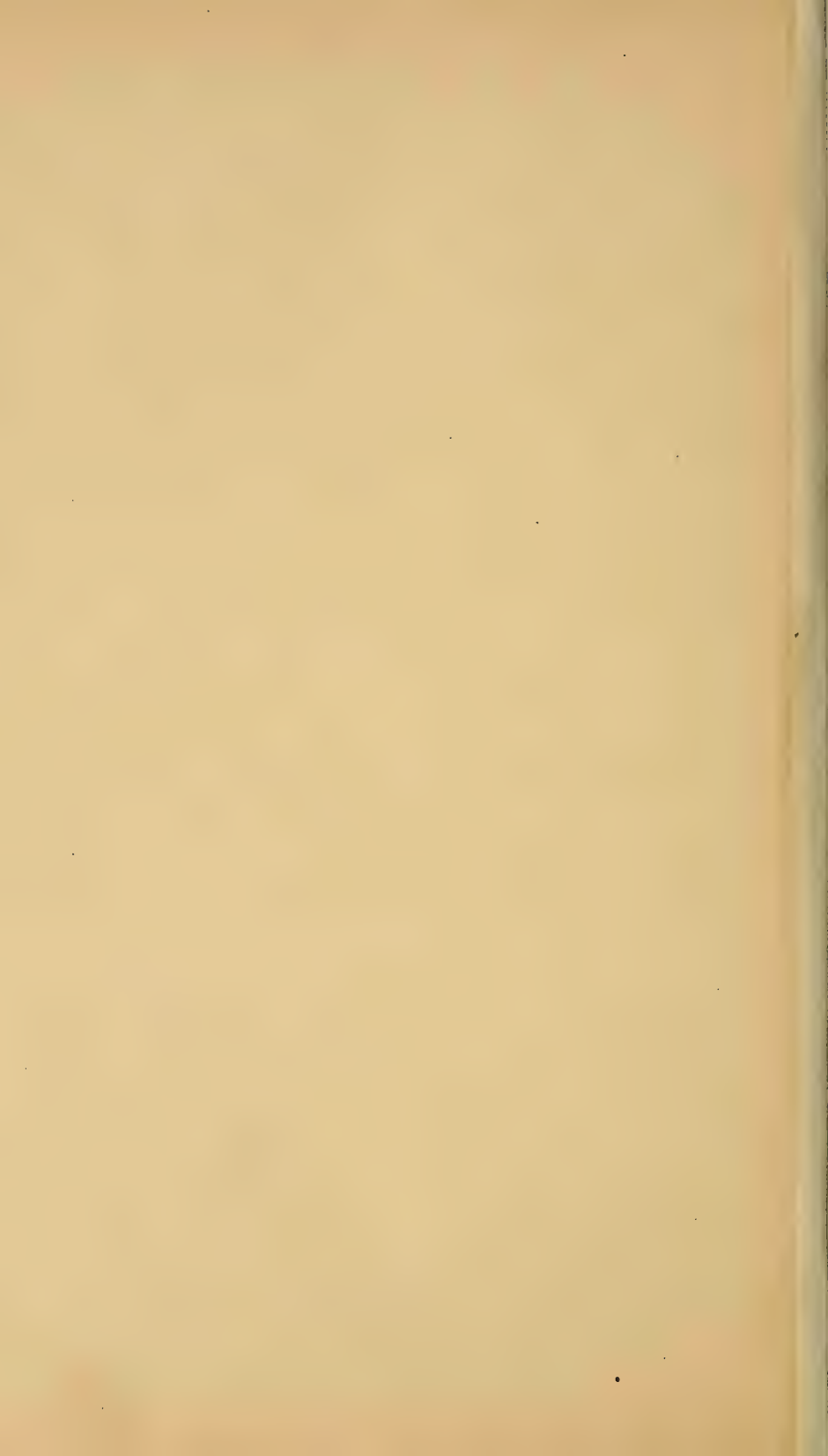
Basaltische granitische
und syenitische Gesteine.

Decken von Paläozoischen
und Angitaphyren.

Paläozoische Formationen.

Grundgebirge.





die von einer sehr bedeutenden Stauung zeugen, vorhanden; wie es zu erwarten war, steht die Verwerfungsfaltung mit Breccienbildung in Verbindung; die Zeit erlaubte mir leider nicht, diese Breccie genauer zu studiren. Dass hier längs dieser Verwerfung die Verwerfungsfaltung besonders grossartig ausgebildet ist, scheint in Betracht der gewaltigen Sprunghöhe von ung. 1350 M. nicht überraschend; übrigens ist hier aber ausser der grossen ung. N—S-lichen Verwerfung des Mossesunds auch noch eine zweite Verwerfung in der Richtung SW—NO, längs dem Bävösunde selbst, vorhanden, denn die Sandsteinschichten, welche in der Nordspitze Gjelös schon am Nordostende des Bävösunds auftreten, finden sich auf Bävö erst weit westlicher anstehend. Die Insel Bävö selbst gehört demnach einer relativ gesunkenen Platte an. (Die Verwerfung des Bävösunds setzt wahrscheinlich in der Bucht bei Soon und längs dem Thal zwischen Soon und Hölen fort?) —

Das flache Vorland von Näs und das Uferland östlich von der grossen Bucht bei Röre und Fuglevik besteht noch aus Sandstein mit flach fallenden Schichten; bei Rambergnebbba, südlich von dieser Bucht, steht dagegen Augitporphyr an. Die Niederung zwischen Rambergnebbba im W und Kjellandsvik im O scheint demnach eine ung. W—O-liche Verwerfung zu verbergen, wodurch der südliche Theil der Insel Gjelö sich als eine relativ gesunkene Platte herausstellt. Die Verwerfung Kjellandsvik—Rambergnebbba setzt wahrscheinlich auch noch gleich südlich von Mölen und Langö (in der Richtung nach dem Hillestadvand WNW von Holmestrand) fort; denn die grosse Tiefe gleich südlich von Mölen, ca. 180 M., dürfte nach der jetzt gewonnenen Erfahrung kaum ohne eine Verwerfung erklärlich sein.

Was die weitere Zerstückung dieser Gegend durch Verwerfungsspalten betrifft, kann ich nur unsichere Vermuthungen, keine auf genügende Beweise gestützte Detailangaben mittheilen. Es dürfte z. B. nicht unwahrscheinlich sein, dass eine Verwerfung in ung. W—O-licher Richtung nördlich von Lövä und Ostö quer über den Fjord, nördlich von Guldholmen über den südlichen Theil der Insel Gjelö (über Tronvik, Borgersberg nach Moss) und endlich weiter längs dem Mosseelv nach Vansjö verläuft; vielleicht ist bei Guldholmen ferner eine N—S-liche Verwerfung vorhanden; hinreichende Beweise hierfür zu liefern, bin ich aber nicht im Stande.

In Fig. 19 (siehe P. 200—201) ist ein Profil (Maassstab:

1:100000, wie für die Rektangelkarte, derselbe für Höhe und Länge) in O—W-licher Richtung von Kambo über den Mossesund, Gjelö, Mölen, Langö nach Holmestrand dargestellt; Nichts ist in diesem Profil ohne hinreichende Begründung.

Wie wir sehen, sind zwischen Mölen und Gjelö keine Verwerfungen abgesetzt; wenn solche hier vorhanden wären, könnten dieselben jedenfalls kaum bedeutend sein. Das Fallen der Sandsteinschichten bei Näs auf Gjelö ist nämlich nur ca. 13° O, oder etwas weniger; rechnen wir den Abstand Mölen—Mossesund zu 10000 Meter, die gesammte Schichtmächtigkeit über dem Grundgebirge gleich 1200 M., so würde, wenn hier keine Verwerfungen vorhanden sind, ein durchschnittlicher Fallwinkel von ca. 7° resultiren; im westlichen Fjordbassin scheint also der Fjord durchgehends in den geschichteten Formationen ausgegraben zu sein. Westlich von Mölen fallen die Schichten, wie wir sehen, viel steiler nach W oder SW. Die tiefe Fjordpartie westlich von Mölen gehört der am tiefsten eingesunkenen Platte an; dies ist eine Beobachtung, keine Hypothese.

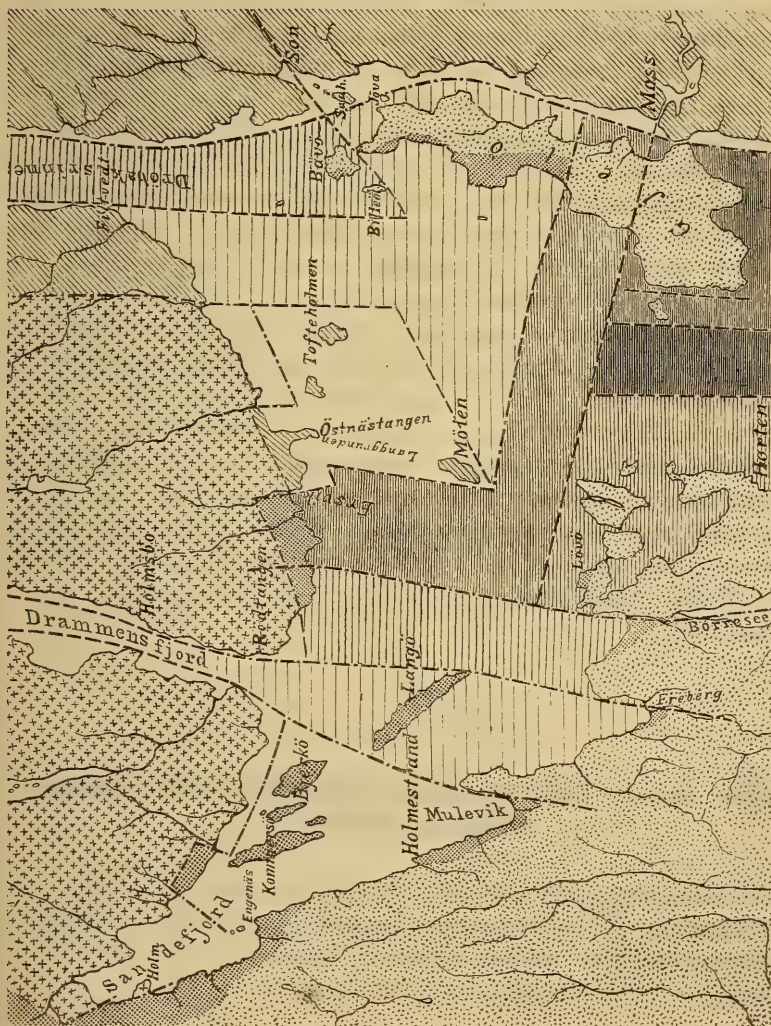
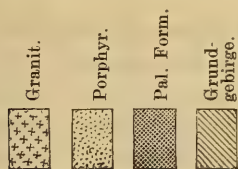
Die Geschichte, welche wir aus diesem Profil lesen, scheint kurz zusammengefasst folgende zu sein: die jetzt von dem Fjord bedeckte Platte wurde von ung. N—S-lichen (und, wie die übrigen Beobachtungen lehren, ausserdem auch von ung. SW—NO-lichen, ung. W—O-lichen, ung. NW—SO-lichen etc.) Spalten zerschnitten. Ungefähr längs der Mitte des Fjordgaffens hat eine grosse *Berstung* stattgefunden; hier ist ein keilförmiges Stück eingesunken*), auf welchem jetzt die tiefste Fjordrinne eingegraben ist. Gleichzeitig ist längs der östlichen Grenzlinie des Fjords (Linie Skjälvik, Soon, Moss, Saltboden etc.) die östliche Fjordplatte um ca. 1350 Meter gesunken, ebenso die westliche, in mehrere Schollen zerstückte Fjordplatte nach W und SW eingesunken. — Nachträglich hat die Erosion ihre nivellirende, ausgrabende Thätigkeit vollführt.

Auf der Kartenskizze, Fig. 18, habe ich versucht, die wichtigsten Verwerfungen anzugeben; selbstverständlich konnte der unterseeische Verlauf der Verwerfungslinien nicht überall sicher angegeben werden; die weniger sicheren Richtungen sind nur mit gestrichenen Linien, die sicheren dagegen mit gestrichen-punktirten Linien gezogen; um die *geologischen* Niveaudifferenzen der verschie-

*) Confer. meine schematische Figur in *Nyt. Mag. f. Naturv.*, B. 28, P. 396, Fig. 28.

Fig. 18.

Die Verwerfungen des Fjordgaffens zwischen Moss und Holmestrand.
Maassstab 1 : 200000.



denen gesunkenen Platten anzudeuten, sind diese in verschiedenem Grade dunkel und hell schattirt; die dunkelste Schattirung bezeichnet die *relativ zu ihrer Umgebung* am tiefsten eingesunkenen Platten. —

Die Verhältnisse des offenen Fjordgaffens zwischen Moss—Soon und Horten—Holmestrand sind demnach denjenigen, welche oben für den inneren Kristianiafjord und den Bundefjord, dargestellt wurden, ganz analog. In beiden Fällen stücken eine Anzahl unparalleler oder einander schneidender Verwerfungen den Fjord und seine Umgebungen in Platten, welche im Verhältniss zu einander gesunken sind; in beiden Fällen sind die Platten, auf welchen der Fjord selbst angelegt ist, eben die am meisten eingesunkenen, und die Tiefrinne des Fjords giebt gerade die grösste Senkung an. In beiden Fällen ist das Fallen der auf dem Grundgebirge ruhenden Silurschichten westlich von der Tiefrinne nach einer westlichen Himmelsrichtung, östlich von derselben dagegen nach einer östlichen. Ebenso wie oben für den inneren Kristianiafjord, *könnten* wir demnach auch für den Fjordgaffen zwischen Moss—Horten annehmen, dass eine seitliche Zusammenpressung ein Aufwölben der Grundgebirgsoberfläche längs der jetzigen Fjordmitte veranlasst habe, welchem nachträglich ein Bersten und Einsinken länglicher Platten gefolgt ist. Hier wie dort *kann* das Einsinken der grossen Platten der Erdkruste von dem Aufpressen entsprechender Massen der sauren Eruptivgesteine der angrenzenden Granit- und Syenitgebiete begleitet gewesen sein, und ein solches Verhältniss *muss* auch theilweise stattgefunden haben. Später haben dann wohl auch hier wiederholte Male theils vielleicht längs den älteren, theils längs neuentstandenen Spalten neue Verwerfungen stattgefunden. —

4. Der äussere Theil des Kristianiafjords zwischen Horten—Moss und Färder.

Ueber diesen äusseren Theil des Fjords habe ich selbst nur ganz ungenügende Beobachtungen gemacht; auch waren die wenigen Anhaltspunkte für wahrscheinliche Folgerungen über die Fjordbildung an dieser Strecke nur wenig anregend.

Sicher und unzweifelhaft ist es, dass dieselbe gewaltige Verwerfung, welche wir als Fortsetzung der Verwerfungen des inneren Kristianiafjords und der Drøbaksrinne längs der Ostgrenze des Fjords zwischen Skjälvik und Saltboden (längs dem Mossesund) erkannten, auch noch weiter südlich längs der ganzen Ostgrenze des äusseren Kristianiafjords bis südlich von Söstrene fortsetzt. Nach den Karten der geologischen Untersuchung bestehen nämlich die Inseln: Revlingen, Kollen, Elö, Sletter (gr., mittl. u. südl.), Rauökalven und Rauö, ferner die zahlreichen Inseln, welche mit dem gemeinsamen Namen »Misingene« bezeichnet werden, sowie weiter südlich Struten und Söstrene aus Feldspathporphyr, während das östlich von der langen Linie dieser Inselreihe liegende Festland und zahlreiche sich demselben näher anschliessende Inseln und Scheren aus Grundgebirge bestehen; ein näherer Beweis für das Vorhandensein einer sehr bedeutenden Verwerfung braucht ebenso wenig hier wie oben geliefert zu werden. Die Küste zwischen Moss und Laurkollen habe ich nach Verwerfungsbreccien untersucht, ohne aber solche vorzufinden; da »Kollen« und vielleicht auch wohl, wie die Rektangelkarten der geol. Untersuchung angeben, die genannten, südlicher liegenden Inseln aus *Feldspathporphyr* bestehen, dürfte die Sprunghöhe der Verwerfung vielleicht noch bedeutender als bei Moss sein.

Dass, wie zwischen Moss und Holmestrand, ausser dieser grossen Verwerfung auch noch die Tiefrinne des Fjords einem gesunkenen (keilförmigen) Streifen entspricht, ist zwar auch hier sehr *wahrscheinlich*, kann aber natürlich nie exact bewiesen werden. Ich halte es demnach auch für ziemlich nutzlos, dem Verlauf der muthmasslichen Verwerfungslinien dieses Fjordtheils näher nachzuspüren. Nur so viel darf bemerkt werden, dass, nach der Tiefrinne*) zu schliessen, hier im äusseren Theile des Fjords, wie zwischen Holmestrand und Moss, der *mittlere eingesunkene Streifen nicht geradlinig, sondern mehrmals in Zikzak verlaufen dürfte*; zwischen Bastö und Midfjordsbå im W und Revlingen — Kollen im O folgt die Tiefrinne ung. der Mitte des Fjords, zwischen Slagenstangen und Vallö im W und Sletter im O ist sie der Westküste des Fjords genähert, alsdann verläuft sie mit der Küste der Inselreihe Bollärene conform in schräger Richtung NW—SO quer über den Fjord nach der Südspitze von Rauö und

*) Die grössten Tiefen sind an mehreren Stellen fast 450 Meter.

hält sich dann weiter nach Süden hin nahe an die Inseln der Ostküste (bei Missingene ist schon in einer Entfernung von ung. 700 Meter vom Land eine Tiefe von ca. 340 Meter, westlich von Struten in demselben Abstand ung. 270 Meter Tiefe etc.). Ung. 6 Kilometer südlich von Söstrene biegt sich die Tiefrinne plötzlich knieförmig in WSW-licher Richtung um, hier mit Tiefen bis zu 450 M. — Dementsprechend springt hier das Grundgebirge nach Westen hin stark hervor, indem die kleinen Inseln Skjærrakken, Skjærribba, Kollen, Thorbjörnsskjær etc, wie aus einer Anzahl durch freundliches Entgegenkommen des Herrn Zollinspektor *Vogt* erworbener Handstücke hervorgeht, aus Grundgebirge bestehen.

Weiter nach Süden hin die Relation zwischen den Tiefen und der vorhandenen Verwerfungen zu verfolgen, liegt ausserhalb des Rahmens dieser Abhandlung.

Blicken wir jetzt auf die schon gewonnenen Hauptresultate zurück, so ergibt sich, dass wir in der ganzen Ausdehnung des Kristianiafjords, von seinem südlichsten Theil, südlich von Söstrene, bis zum nördlichsten, *längs seiner ganzen Ostseite eine wahrscheinlich continuirliche Verwerfung von bedeutender Sprunghöhe* (bei Moss ca. 1350 M., weiter nach Süden noch mehr, weiter nördlich, längs dem Westabhang Näsoddens, dagegen weniger, doch wenigstens 220 M.) constatiren konnten. Da diese Verwerfung wahrscheinlich auch weiter nördlich (im Thal bei Sandviken, nach dem Isithal etc.) und wohl auch noch nach Süden hin ausserhalb des hier erwähnten Gebiets fortsetzt, so kann man die Länge dieser Verwerfungslinie auf wenigstens 100 Kilometer schätzen.

Ausser dieser grossen Verwerfung wurde eine grössere Anzahl anderer, z. Th. subparalleler, bedeutender Verwerfungen nachgewiesen, welche zusammen dafür den Beweis liefern, dass *das Stück der Erdkruste, worauf der Kristianiafjord mit Umgebungen angelegt ist, durch Verwerfungen in gegenseitig verworfenen Platten aufgestückt ist; die Platten, welche dem Fjord oder der Tiefrinne des Fjords entsprechen, sind geognostisch diejenigen, welche relativ zu den beiderseits angrenzenden Platten am tiefsten gesunken sind. Im Ganzen kann man sagen, dass nach der Längsrichtung des*

Fjords eine (ursprünglich vielleicht mit dem grossen postsilurischen Faltungsprocess in Verbindung stehende?) Aufberstung mit nachträglicher Einsinkung stattgefunden haben muss, so dass die Fjordtiefen auf eingesunkenen Erdkrustenplatten angelegt sind.

Vielleicht hat dieses Einsinken längs dem Kristianiafjord gleichzeitig zum Theil das Empordringen der in grossen Massen westlich vom Fjord verbreiteten jüngeren Syenite und Granite veranlasst; theils konnte es nämlich bewiesen werden, dass einige Verwerfungen mit diesen grossen Eruptionen gleichzeitig sein mussten, theils scheint auch das vollständige Fehlen der jüngeren Granite und Syenite an der nicht gesunkenen östlichen Seite des Kristianiafjords für eine solche Annahme zu sprechen.

Uebrigens wurde es nachgewiesen, dass Verwerfungen sehr verschiedenen Alters vorkommen, in einigen Fällen auch bestimmt constatirt, dass längs einer und derselben Verwerfungsebene mehrere getrennte Verwerfungen stattgefunden haben müssen.



Fig. 19. Maassstab 1:100000

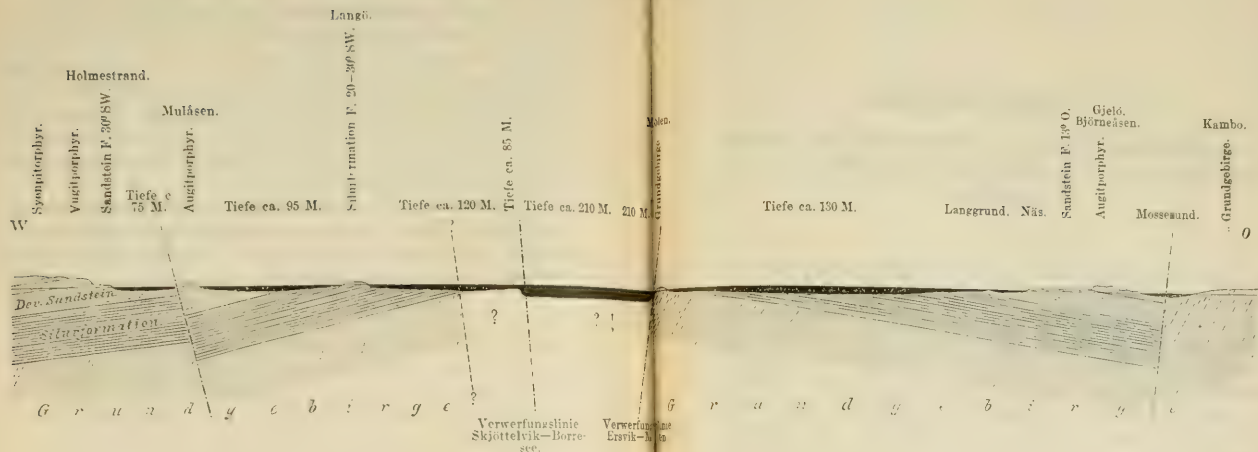
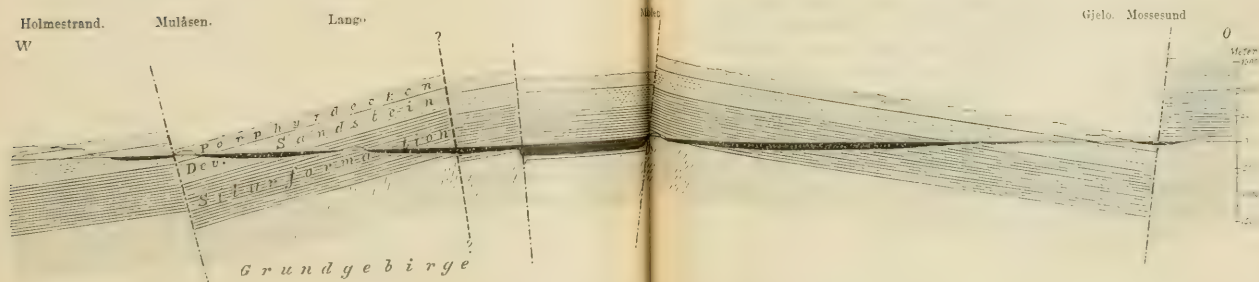


Fig. 20



II. Zweiter Abschnitt.

Die Bedeutung der erodirenden Kräfte für die Fjordbildung. Eigentliche Fjordbildungsgeschichte.

In dem ersten Abschnitt unserer Abhandlung haben wir recht ausführlich dargestellt, wie die *Anlage* des Kristianiafjords, ebenso wie seine Tiefenverhältnisse, namentlich aber die charakteristische »Tiefrinne«, welche fast in seiner ganzen Länge vorhanden ist, augenscheinlich durch den Verlauf einer Anzahl sicher nachgewiesener Verwerfungsebenen bestimmt sind und mit diesen offenbar in einem so bestimmten causalen Zusammenhang stehen, dass wir mit vollkommener Sicherheit annehmen dürfen, dass die oben beschriebene Verwerfungsgeschichte dieser Gegend gewissermassen als erster Theil der Fjordbildungsgeschichte betrachtet werden darf.

Andererseits aber ist es, näher besehen, ganz offenbar, dass wir in der obigen Darstellung jedoch nur einen Schlüssel zum Verständniss der nöthigen Vorbedingungen für die Fjordanlage eben an der Stelle, wo wir den Fjord jetzt vorfinden, besitzen; die Ausbildung des Fjordbetts selbst, so wie es sich jetzt beschaffen zeigt, ist aber nicht direkt die Arbeit der Verwerfungen, sondern der Erosion. Da die Arbeit der erodirenden Kräfte im ersten Abschnitt nur ganz beiläufig oder fast nicht berührt wurde, so wollen wir dieselbe jetzt einer Betrachtung unterziehen, wobei wir, wie im ersten Abschnitt, die einzelnen Fjordtheile von einander getrennt halten wollen.

1. Die Arbeit der erodirenden Kräfte für die Ausbildung des Bundefjords und des inneren Theils des Kristianiafjords bis Håö.

Schon in meiner Abhandlung: Die sil. Etagen 2 u. 3 habe ich P. 233—243 auseinandergesetzt, dass die nach der Faltung der Silurformation und Eruption der Porphyridecken stattgefundene Erosion von der ursprünglich zusammenhängenden Verbreitung der gefalteten Silur- und Devon(?) - Schichten nur spärliche Reste übrig gelassen hat: »Wenn wir uns nur auf die nächste Umgebung Kristianias beschränken, dürfte es einleuchtend sein, dass, wenn wir an zerstreuten Punkten zwischen Oslo und Høvikskjær die untersten Etagen, zwischen Malmö und Asker, Bårum etc. die obersten Etagen vorfinden, dann müssen dieselben Schichten, als ganz überwiegend auf etwas tieferem Meeresboden abgesetzt (was sowohl aus den Gesteinen als aus der Fauna hervorgeht), innerhalb dieser kleinen Strecke einmal überall in ihrer ganzen Mächtigkeit vorhanden gewesen, und also, wo jetzt die Reihe unvollständig ist, später wegerodirt sein,« etc. Die vor der Eruption der Augitporphyre stattgefundene *älteste* postsilurische Erosion scheint, wie *Kjerulf* nachgewiesen hat, hauptsächlich eine Abrasion gewesen zu sein. Ich suchte an der angeführten Stelle aus den Beobachtungen über die Verbreitung der Porphyridecken und den Decken anderer Eruptivgesteine zwar auch zu beweisen, dass diese ältere Erosion die Landschaft stellenweise schon ganz tief wegerodirt haben müsse; als beweisend für diese Auffassung meinte ich die Verbreitung des sogen. »Närnsäporphyrs«, welcher über die ältesten Silurschichten nur in Resten aufbewahrte Decken oder Ströme (in den Høvikscheeren, auf Ramtonholmen, im Närnsäthal und auf Morbergholmen) zu bilden scheint, ansehen zu können. Ohne diese Auffassung aufgeben zu wollen, wage ich doch jetzt den Närnsäporphyr nicht länger als für dieselbe hinreichend beweisend anzunehmen*).

*) Dass der Närnsäporphyr eine Decke bildet, erscheint deshalb wahrscheinlich, weil die horizontalen oder schwach geneigten mächtigen Bänke desselben, welche unten eine bis mehr als 10 M. mächtige, *nicht porphyritartige*, feinkörnige Grenzzone darstellen, hier eine ausgezeichnete Lavastruktur mit oft mehrere Zoll langen, flachen, mandelförmigen,

Endlich machte ich auch schon darauf aufmerksam, wie aus den Tiefenverhältnissen des Bundefjords und des inneren Kristianiafjords, mit der an jeder Stelle in den Inseln auftretenden Etage der Silurformation verglichen, hervorgeht, »dass das Fjordbassin hier sehr gut durch die Erosion der Silurformation gebildet worden sein kann, und dass das Grundgebirge hier [nicht oder] nur wenig ausgehöhlt zu werden brauchte«. »Im mittleren Theile des inneren Kristianiafjords, zwischen Sandviken und Näsodden z. B., finden wir auf der Insel Gåsö die obere [und mittlere] Hälfte der Etage 4 in zahlreichen Falten. Zwischen der oberen Hälfte der Etage 4 und dem Grundgebirge liegen noch ung. 200 M. Mächtigkeit; das Grundgebirge könnte also hier in einer Tiefe von bis 200 M. unter dem Meeresniveau liegen, eine Tiefe, welche bei weitem nicht an irgend einer Stelle in diesem Theile des Fjords erreicht wird«. Zwischen Ekeberg und Näsodden finden wir in Storflu, Skjälholmene, Husbergö, Langö, Malmökalben, Malmö, Örmö, Ulvö etc. die Etagen 4, 5, 6, 7 u. 8; auch hier sind die Tiefen des Fjords an keiner Stelle so gross, dass nicht die Ober-

ausgezogenen Hohlräumen (grösstentheils mit Kalkspath, Flussspath, Eisenkies etc. gefüllt) zeigen; dies ist jedoch kein hinreichender Beweis.

Da die syenitische Grenzzone des Näs-näsporphyr so mächtig ist, so dürfte die Mächtigkeit des porphyrisch ausgebildeten Hauptgesteins eine sehr bedeutende gewesen sein, was auch die grosse Porphyrmasse des Näs-nästhals andeutet. Dass keine Schlackenkruste an der unteren Grenze auftritt, ist *gegen* die Auffassung des Näs-näsporphyr als ein Strom nicht beweisend; denn die sicher decken'örmigen Augitporphyre Holme-strands z. B. zeigen ebensowenig unten eine Schlackenkruste; auch in anderen Beziehungen unterscheidet sich die untere Grenze des Näs-nästhals nicht von den Grenzverhältnissen der sicher deckenförmigen Augitporphyre. So gern ich auch aus anderen Gründen den Näs-näsporphyr als injicirte Gangmassen auffassen möchte (wodurch der einzige Beweis einer schon sehr bedeutenden thalbildenden Erosion gleichzeitig mit der älteren Eruptionsepoche wegfallen würde), so scheinen doch die Beobachtungen für die Auffassung desselben als Ströme zu sprechen, obwohl ich jetzt doch nicht zu bestreiten wage, dass vielleicht am Ende doch nur injicirte Gangmassen vorliegen, weil die Kriterien der letzteren zum Unterschied von Strömen und Decken überhaupt nicht sehr scharf sind.

Dagegen scheint es mir jetzt ganz wahrscheinlich, dass die Grünsteinsbänke bei Slemmestad und Näs-näs keine Decken sind; der Rhombenporphyr Tyveholmens, welchen ich auch als eine Decke angesehen hatte, ist sicher ebenfalls nicht auf diese Weise, sondern als eine injicirte Gangmasse aufzufassen.

fläche des Grundgebirges noch tiefer als der Boden des Fjords liegen könnte.

Nach dem, was wir jetzt darüber schliessen dürfen, scheint es höchst wahrscheinlich zu sein, dass der innere Kristianiafjord selbst, zwischen den Höviksscheeren und Kristiania, wie auch der Bundesfjord durchaus nur in den relativ weicheeren, weniger widerstandsfähigen Schichten der Silurformation ausgegraben ist und die Oberfläche des Grundgebirges nicht oder fast nicht erreicht.

Die Reibungsbreccien am West- und Nordabhange Ekebergs, am Westabhange Näsoddens, am Ost- und Südabhange Slemmestadåsen etc. beweisen, dass die Oberfläche der jetzt über dem Fjordniveau aufragenden Grundgebirgsstücke Ekebergs, Näsoddens etc. einmal in der unter der Silurformation oder dem Fjord begrabenen Grundgebirgsoberfläche continuirlich fortgesetzt haben muss.

Da die Oberfläche des Grundgebirges vor der Ablagerung der Silurformation eine einigermassen nivellierte (abrasirte) Ebene dargeboten haben muss, indem die Verwerfungen sämmtlich jünger als die Ablagerung der Fossilien führenden Formationen dieser Gegend sind, können wir unmöglich annehmen, dass die Oberfläche des Grundgebirges in Ekeberg, Näsodden, Slemmestadåsen etc., nicht (ebenso wie die unter dem Fjord begrabene, gesunkene Grundgebirgsoberfläche) von der Formationsserie der Silurformation, des devonischen(?) Sandsteins etc. überlagert wurde; die jetzt von den Verwerfungen angegebenen Grenzen für die Verbreitung der Fossilien führenden Formationen können nämlich unmöglich ursprünglich sein; dies näher zu beweisen, dürfte wohl ganz überflüssig sein.

Wenn wir also jetzt auf Ekeberg, auf Näsodden, auf Slemmestadåsen etc. keine Spur der einmal hier abgelagerten Fossilien führenden Formationen vorfinden, so müssen wir mit absolut zwingender Nothwendigkeit annehmen, dass dieselben nach den Verwerfungen vollständig wegerodirt sind. Und zwar muss die ganze Formationsserie, welche überhaupt im Kristianiagebiet auftritt, hier wegerodirt sein. Für die untersilurische Schichtenserie kann dies auch *direkt* bewiesen werden, indem die einzelnen Glieder derselben, welche in Asker z. B. zwischen Volden und Blakstadbogen auftreten, sämmtlich auch auf den südlichsten Inseln des Bundesfjords, Skjälholmene, genau entsprechend repräsentirt sind. Für die übrigen Formationsglieder können nur die gewöhnlichen,

hier aber sehr zwingenden Wahrscheinlichkeitsbeweise geliefert werden. —

Es ist keine geringe Arbeit, welche von der Erosion hier ausgeführt ist; denn die betreffende Formationsserie allein hat eine Mächtigkeit von wenigstens ca. 1200 M. gehabt; dazu muss wahrscheinlich auch eine gewisse Mächtigkeit für überlagernde Porphyridecken hinzugerechnet werden, welche vielleicht weiter als bis nach den erwähnten Stellen über die nivellierte gefaltete Formationsserie hinausgewälzt und ursprünglich kaum nur auf ihre jetzige Verbreitung beschränkt waren. Und dies alles hat an den nicht gesunkenen Grundgebirgsplatten Ekebergs, Näsoddens etc. keine oder fast keine Spuren zurückgelassen.

2. Die schmale Fjordinne zwischen Drøbak und Filtvedt

zeigt an keiner Stelle Spuren der Silurformation auf dem Grundgebirge aufbewahrt.

Dessen ungeachtet scheint es mir ganz unzweifelhaft zu sein, dass auch hier eine auf dieser Strecke ursprünglich abgesetzte mächtige Formationsserie der Silurformation und des devonischen(?) Sandsteins etc. durch spätere Erosion entfernt ist, und zwar aus folgenden Gründen:

Erstens beweist dies der Umstand, dass etwas südlicher in genau entsprechender Reihenfolge die erwähnte Fossilien führende Formationsreihe, welche in dem Kristianiathal auftritt, bei Holmestrand in vollkommen übereinstimmender Ausbildung vorhanden ist; daraus folgt, dass diese nur durch geringen Abstand getrennten Gebiete ursprünglich beim Absetzen der erwähnten ca. 1200 M. mächtigen Schichtenreihe ein zusammenhängendes Meer gebildet haben. Da nun die Fallwinkel der unmittelbar auf dem Grundgebirge bei Slemmestad und Nærnsås ruhenden Schichten von 1b und 1c, ebenso der Umstand, dass am nördlichen Anfang der Drøbaksrinne nur die *ältesten* Fossilien führenden Schichten, weiter nördlich dagegen *immer jüngere* Schichten im Meeresniveau auftreten, beweisen, dass die Grundgebirgsoberfläche beiderseits der Drøbaksrinne *nach* dem Absetzen der Formationsserie stattgefundenen Niveauänderungen wegen relativ höher liegt als nördlich und südlich von dieser Rinne, so scheint die Grundgebirgsoberfläche an

dieser Strecke ebenso sicher als auf Näsodden, Ekeberg etc. durch spätere Erosion entblösst, also auch hier eine mehrere Tausend Fuss mächtige Schichtserie entfernt zu sein.

Noch ein anderes Verhältniss bestätigt diese Auffassung, dies nämlich, dass längs der Drøbaksrinne westlich von derselben sich ein grosses Granitgebiet über die Grundgebirgsoberfläche beiderseits der Fjordinne erhebt. Wie nämlich jetzt schon von mehreren hervorragenden Verfassern von dem Granit im Allgemeinen angenommen wird und ich selbst an anderer Stelle zu beweisen hoffe, erstarrte diese Granitmasse, deren gewölbte Oberfläche jetzt hier entblösst ist, bei ihrer Bildung in grösserer Tiefe und war dabei von einer mächtigen, nach der Analogie mit den übrigen Granitlakoliten dieser Gegend zu urtheilen, sicher der Silurformation angehörigen überlagernden Gesteinssuite bedeckt, welche jetzt vollständig wegerodirt ist, ein Verhältniss, das mit der auch aus anderen Gründen angenommenen Erosion der Silurformation übereinstimmt.

Eine andere Frage ist es aber, ob *in der Drøbaksrinne selbst* eine schmale Grundgebirgsplatte mit auflagernden Silurschichten eingesunken und später der Fjord bis an die hier gesunkene Grundgebirgsoberfläche erodirt gewesen ist, oder ob nur ein einfaches Aufbersten zur Fjordbildung Veranlassung gegeben hat? Diese Frage dürfte vielleicht niemals sicher beantwortet werden können.

3. Die Arbeit der erodirenden Kräfte für die Ausbildung des Fjordgaffens zwischen Filtvedt—Soon—Moss und Holmestrand Horten.

Ebenso wie der innere Kristianiafjord und der Bundefjord ist auch der offene Fjordgaffen zwischen Moss—Soon und Horten—Holmestrand zum grössten Theil in den weicheren Schichten der Fossilien führenden Formationen ausgehöhlt, und nur in geringer Ausdehnung scheint die Erosion sich bis zur Oberfläche des Grundgebirges durchgegraben zu haben, was eben nur an solchen Stellen geschehen ist, wo dieselbe der Verwerfungen wegen relativ weniger tief belegen ist, wie z. B. an der Strecke Mölen—Østnåstangen und namentlich längs der Ostseite des Fjords, längs dem Mosse-sund und östlich von demselben.

Im ganzen westlichen, ebenso im südöstlichen Theil des Fjordgaffens ist der Fjord aber in den Versteinerungen führenden Formationen oder in den dieselben überlagernden Porphydecken ausgehöhlt.

Und zwar muss diese ungeheure Erosion, welche nur spärliche Reste der einmal hier zusammenhängend verbreiteten paläozoischen Formationen übrig gelassen hat, wesentlich *nach* der gewaltigen Verwerfung des Mossesundes stattgefunden haben. *Denn da hier an der Westseite der Verwerfung die ganze Reihenfolge der Silurformation und des dev. Sandsteins unter dem Meeresniveau vorhanden sein muss, ist es offenbar, dass noch zu der Zeit, als die Verwerfung geschah, auch östlich von der jetzigen Verwerfungslinie dieselbe Reihenfolge und dazu natürlich auch noch die Porphydecken verbreitet sein mussten.*

Natürlich ist es jetzt unmöglich zu wissen, wie weit die Erosion zu der Zeit der *grossen* Verwerfungen, welche also jedenfalls *nach* dem Auswälzen der Porphydecken stattgefunden haben, in dem *mittleren* Theil des jetzigen Fjordgaffens vorgeschritten war. Wäre aber die schon oben mehrmals gemachte Annahme richtig, dass die *grossen* Verwerfungen des Kristianiafjords nicht nur jünger als das Auswälzen der Porphydecken, sondern auch zum wesentlichen Theil mit dem Aufpressen der gewaltigen Granit- und Syenitmassen, also der sauersten und jüngsten Eruptivgesteine dieser 1sten grossen postsilurischen Eruptionsepoche gleichzeitig seien, so müsste — da diese Gesteine in innigster Verwandtschaft zu den jüngsten Porphyrmassen stehen und also relativ nur wenig jünger als diese sein können — in dieser Gegend, wo die Schichten nicht gefaltet sind, zu der Zeit der grossen Verwerfungen die Erosion von den Schichten wie von den überlagernden Porphydecken noch nur wenig Material entfernt haben.

Das Pag. 200 u. 201 (oben) dargestellte Profil müsste also kurz nach den vollbrachten Verwerfungen ung. wie in Fig. 20 (siehe Pag. 200—201 unten) ausgesehen haben.

Dieses Profil ist keineswegs ein schematisches Profil; nur in unwesentlichen Einzelheiten ist es hypothetisch und kann nie anders werden. Dieses gilt erstens namentlich der centralen, gesunkenen Gesteinsplatte, welche der Tiefrinne des Fjords entspricht, insofern nämlich, als es sich natürlich nicht sicher feststellen lässt, *wie tief* die Platte gesunken ist, oder darüber jedenfalls nur im nördlichsten Theil des Fjordgaffens bei Ersvik eine bestimmtere

Vorstellung erhalten werden kann. Zweitens ist es natürlich unmöglich, die oberen Contourlinien sowohl der Grundgebirgsoberfläche als des ganzen Profils genau so aufzuziehen, wie sie zur Zeit der grossen Verwerfungen gewesen sind; endlich ist die Mächtigkeit der losen glacialen, postglacialen und jüngsten Ablagerungen am Fjordboden natürlich unbekannt.

In der Hauptsache aber muss das Profil richtig sein, und es giebt deshalb, mit dem oberen Profil auf Pag. 200—201 zusammengestellt, unmittelbar die Thatsache an, dass:

- 1) *die Verwerfungen zwar entscheidend für die wichtigsten orographischen Linien des Fjords gewesen sind, andererseits aber*
- 2) *der Fjordboden selbst ausschliesslich ein Werk der erodirenden Kräfte ist, welche längs durch die Verwerfungen angegebenen Linien und Flächen gearbeitet haben.*

Entsprechende Profile könnten natürlich auch von dem inneren Kristianiafjord und dem Bundefjord gezeichnet werden.

Dieselben Betrachtungen gelten ferner natürlich auch anderen analog gebildeten Fjorden, Seen etc. Wenn z. B. die Seen Gjellumvand, Bondivand etc. offenbar längs Verwerfungslinien belegen sind, so folgt daraus natürlich nicht, dass man sie direkt als *Verwerfungsseen* aufzufassen hat. Im Gegentheil sind sie mit ihren jetzigen Profilen ganz sicher durch *Erosion* längs den alten Verwerfungslinien gebildet, also doch eigentlich *Erosionsseen*, indem die Verwerfungen, wie wir sehen werden, für die Bildung dieser und ähnlicher Seen etc. nur eine indirekte Bedeutung besessen haben können.

Nach dem ich das Obenstehende schon geschrieben und in mehreren Vorträgen (zuerst in Geol. Föreningen in Stockholm im Januar 1885, siehe: Geol. Fören. Förhandl. l. c.) publicirt hatte, erhielt ich im December 1885 den dritten »Annual Report« der geol. Untersuchung der Vereinigten Staaten mit *Israel C. Russel's* Abhandlung: *Sketch of the geol. history of Lake Lahontan*. Ich erlaube mir hier aus seiner Darstellung (l. c. P. 201) Folgendes zu citiren:

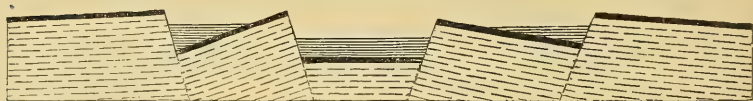
»Although the Great Basin is an extensive area of interior drainage, it is far from being a simple basin-shaped depression in form. It is broken and diversified by many mountain ranges, which divide the surface into numerous separate drainage areas or hydrographic basins. These subsidiary basins held the Quaternary

lakes. They owe their origin almost invariably to orographic displacements, and, like the intervening mountains, exhibit a type of structure, that is peculiar to the region. In many instances, one edge of a long and narrow orographic block is upraised along a fault line so as to form a lofty mountain range, while the depressed edge underlies a valley that constitutes an inclosed lake basin. Like the Basin ranges, the Basin valleys have faults along their edges, one or both, and are commonly monoclinal.

The Basin Range structure, as it appears along a large number of east and west sections, is rudely shown in the accompanying diagram, in which the upraised edges of the orographic blocks form mountain ranges, and the depressions are represented as occupied by lakes or as deeply filled with lake sediments and alluvium from the mountains.«

Fig. 21.

Ideal section illustrating Basin Range structure. (Nach Russel).



Es ist fast erstaunend, wie genau diese Darstellung Russels mit seinem Idealprofil dem eben dargestellten Profil quer über den Kristianiafjord zwischen Moss und Holmestrand entspricht. Die Verhältnisse, welche noch heute in dem District des »Great Basin« nach den Darstellungen der amerikanischen Geologen vorhanden sind, müssen kurz nach der Zeit der grossen Verwerfungen der jetzigen Kristianiafjordgegend auch hier vorhanden gewesen sein. Russels »long and narrow orographic blocks« haben in den schmalen Gesteinsplatten oder Erdkrustenplatten dieser Gegend, wie ich sie oben mehrmals bezeichnete, ihre Analogien, und so, wie in Nord-Amerika die Basin-Range-mountains erhalten sind, müssen sie früher auch längs den Verwerfungslinien des jetzigen Kristianiafjords vorhanden gewesen sein. Auffallend ist namentlich die übereinstimmende Neigung der einseitig eingesunkenen Gesteinsplatten nach der entgegengesetzten Seite beiderseits der Mitte des Profils und die in beiden Fällen übereinstimmende centrale Depression, welche in den Profilen des Kristianiafjords noch jetzt

durch seine mittlere Tiefrinne angegeben wird. Beiderseits dieser centralen Einsinkung und längs der jetzigen Ostseite des Fjords müssen also einmal bis zu 3—4000' hohe, schmale Bergketten von der Bildung und dem Bau der Basin Ranges verlaufen haben und zwischen ihnen Basinthäler und wahrscheinlich auch Basinseen vorhanden gewesen sein.

In unserem Beispiel waren aber die Verwerfungen noch relativ alt und deshalb ist hier die »Basin Range structure« nicht in relativ ursprünglicher Beschaffenheit erhalten, sondern Alles ist nivellirt und wegerodirt, und nur die theoretischen Betrachtungen erlauben diese ursprüngliche Oberflächenbeschaffenheit vollkommen bestimmt zu reconstruiren.

Nach dem oben Dargestellten folgt von selbst, dass ganz entsprechende Verhältnisse auch in dem äussersten, südlichsten Theile des jetzigen Fjords geherrscht haben müssen.

Erosion der relativ nicht gesunkenen Gesteinsplatten.

Das jetzige Fjordbett des Kristianiafjords ist also durch Erosion, und zwar vorzüglich durch Ausgraben der relativ weicheren, Fossilien führenden Formationen und der Porphydecken gebildet. Ueber die Grösse der dabei stattgefundenen Erosion belehrt uns z. B. eine vergleichende Betrachtung des reconstruirten Profils in Fig. 20 und des jetzigen Fjordprofils, Fig. 19, Pag. 200—201.

Der erste Eindruck, welcher sich dem Beobachter aus diesem gewonnenen Resultate darbieten dürfte, wäre vielleicht der, dass die Erosion vorzugsweise längs dem jetzigen Fjordbette gearbeitet habe, aber die Umgebungen des Fjords vor einer grösseren Erosion relativ verschont gewesen seien.

Dieser erste Eindruck ist aber absolut falsch. Die nähere Betrachtung der Thatsachen lehrt im Gegentheil, dass das Fjordbett selbst vor der Erosion relativ geschützt gewesen ist, und dass die grösste Erosion gerade ausserhalb des Fjordbetts stattgefunden haben muss.

Es begegnet uns hier nämlich die höchst auffallende Thatsache, dass gerade die am meisten eingesunkenen der Gesteinsplatten, in welchen die Fjordunterlage mit den Umgebungen des Fjords aufgetheilt ist, vor der Erosion relativ verschont gewesen sind, indem wir auf ihnen die weicheren Versteinerungen führenden For-

mationen und die Porphydecken noch theilweise erhalten finden, während die weniger eingesunkenen oder die relativ nicht gesunkenen Platten z. Th. keine Spur dieser einmal vorhanden gewesen Formationen aufweisen.

Es ist nämlich längs den grössten Verwerfungslinien, wo wir in dieser Gegend die Grundgebirgsoberfläche entblösst finden, und zwar nur längs diesen: zuerst längs der grossen Verwerfung der Ostseite des Kristianiaffjords von Hvaløerne bis an die Spitze Näsodtangens, dann zwischen Gråö und Slemmestadtangen, dann in Ekeberg, in der Festungsklippe von Akershus, auf der Strecke Mölen—Ersvik etc.; *und überall finden wir hier, dass es die relativ nicht eingesunkenen Platten sind, welche die entblösste Grundgebirgsoberfläche darbieten, fast überall finden wir, dass die Grenzlinien der Verbreitung der erwähnten paläozoischen Formationen (mit den Porphydecken) einerseits und des Grundgebirges andererseits eben mit den grossen Verwerfungslinien zusammenfallen.*

Da selbstverständlich die Annahme, dass diese Grenzlinien der Verbreitung der paläozoischen Formationen und der Porphydecken nur *zufällig* mit den grössten Verwerfungslinien zusammenfallen oder *ursprünglich* seien, nicht die geringste Spur einer Wahrscheinlichkeit darbietet, so müssen die genannten Formationen (und in geringerem Grade auch die Porphydecken) vor wie nach den Verwerfungen eine bei weitem bedeutendere Verbreitung besessen haben, als die Verwerfungslinien jetzt angeben, mithin durch die nach den Verwerfungen stattgefundene Erosion vollständig entfernt sein.

Das Verhältniss, dass längs den grossen Verwerfungslinien die paläozoischen Formationen (wie die dieselben begleitenden überlagernden Porphydecken) immer an der nicht gesunkenen Seite dieser grossen Verwerfungen fehlen, beweist, dass die eingesunkenen Platten, welche noch erhaltene Reste der genannten Formationen aufweisen, eben durch die Verwerfungen innerhalb eines beschützenden Rahmens eingefasst wurden, welcher die weicheren, leichter zu entfernenden Gesteinssuiten in den eingesunkenen Partien vor der vollständig vernichtenden Erosion, die an den nicht oder relativ weniger gesunkenen Platten stattgefunden, bewahrt hat. —

Es ist dies ein Verhältniss, welches in Scandinavien von zahlreichen Beispielen auch ausserhalb der jetzt beschriebenen Gegend bestätigt wird.

So bildet z. B. offenbar der südliche Theil des *Randsfjords*

eine S—N-liche Verwerfungsspalte, deren gesunkene *Ostseite* in Jevnaker und Gran die Silurformation erhalten zeigt, während die relativ nicht gesunkene Westseite aus dem Grundgebirge ohne Spur von auflagernden paläozoischen Formationen besteht. — Genau entsprechend verhält sich die Spalte des See's Einavand und des Hunnselvs (siehe Rektangelkarte d. geol. Unters., Bl. »Gjövik) — und vielleicht als Fortsetzung dieser Spalte auch Mjösen zwischen Gjövik und Birid —, welche auch eine gesunkene *Ostseite*, und wahrscheinlich auch der südlichste, engste Arm Mjösens, der eine gesunkene *Westseite* zeigt.

Dasselbe Verhältniss finden wir auch im südlichen Schweden in ausgezeichneten Beispielen repräsentirt; ich war schon 1883 zu der Auffassung gelangt, dass die Silurgebiete des südlichen Schwedens aus ähnlichen Ursachen wie diejenigen des südlichen Norwegens erhalten sind und nur Reste früher zwischen dem Langesundsfjord und Rusland ausgebreiteter Ablagerungen sein können. Nachdem ich diese Auffassung in mehreren Arbeiten gelegentlich angeführt hatte*), haben mehrere zum wesentlichen Theile eben durch meine Untersuchungen veranlasste wichtige Abhandlungen schwedischer Forscher meine Annahme bestätigt.

So hat *Nathorst* in seiner Abhandlung über den »Slipsandsten« in Dalarne (Geol. Fören. Forhandl. B. 7, P. 553), nachdem er eine Anzahl Verwerfungen, welche erst eine richtige Vorstellung über das Alter dieser Ablagerung geben können, beschrieben hat, als seine auch durch selbstständige Untersuchungen in Schonen erworbene Ansicht ausgesprochen: »Und bei meinem Besuche in Dalarne wurde ich davon ziemlich fest überzeugt, dass die hier auftretenden Silurablagerungen einmal eine zusammenhängende Decke — — gebildet haben«**), eine Ansicht, welche er dann in seiner citirten Abhandlung durch überzeugende Beobachtungen gestützt hat, und aus welchen er den folgenden Schluss zieht: »Das ringförmige silurische sogen. Siljansbecken kann demnach nicht ursprünglich sein, sondern muss durch Senkungen des Felsengrundes gebildet sein, durch welche die Silurablagerungen — wie beim

*) *Nyt Mag. for Naturv.* B. 28, P. 406, 412; *Geol. Fören. Forhandl.* B. 7, P. 475.

**) Er bemerkt weiter P. 554: ich würde gewiss nicht auf diese Frage zurückgekommen sein, wenn *Brögger* seine interessanten Untersuchungen über die Bildung des Kristianiafjords nicht mitgetheilt hätte etc.

Kristianiafjord — mehr als die umgebenden Gesteine vor der späteren Erosion geschützt gewesen sind« (l. c. P. 556).

In dem geologischen Vereine in Stockholm hielt Dr. *Högbom* im November 1885 einen interessanten Vortrag über Verwerfungen und Verwerfungsbreccien in Jemtland, in welchem namentlich nachgewiesen wurde, dass der Locknesee in dieser Provinz »ein durch Verwerfungen gesunkenes Landstück sein muss, auf ähnliche Weise wie, von Prof. *Brögger* nachgewiesen, mit dem Kristianiafjord der Fall ist*.)«. Auch für die übrigen Seen des südlichen Jemtlands wurde von *Högbom* eine ähnliche Bildung vermuthet.

In seiner Beschreibung zu der geologischen Karte »Trolleholm« (Sveriges geol. undersökning, Ser. A a, No. 87, Stockholm 1885) erwähnt *Nathorst* mehrere grosse z. Th. von Reibungsbreccien begleitete Verwerfungen in Schonen**), welche beweisen, dass die hier vorhandenen Reste der Silurformation gesunken sind; die Beobachtungen zeigen, dass die *Silurformation von der nicht gesunkenen Seite der Verwerfungen schon vor der Ablagerung des sogen. Hörs Sandsteins (Cardinienlias) wegerodirt war*, und dass auch nachträglich eine gewaltige Erosion stattgefunden haben muss.

In einer im December 1885 publicirten Abhandlung »Ueber den Vettern und die Visingsöformation« (Bihang t. k. sv. Vet. Akad. Handl. B. 11, No. 7) hat *G. Holm* die Bildung des grossen Sees *Vettern* ausführlich behandelt; seine Auffassung, welche durch den Nachweis von Reibungsbreccien bestätigt wurde, geht aus folgender Zusammenstellung hervor (l. c. P. 43): »Der Vettern ist ein postsilurisches Spaltenthal von relativ sehr spätem Datum, durch Spaltenbildungen in der Erdkruste gebildet, durch welche eine zwischenliegende Partie, welche jetzt fast vollständig vom Vettern mit seinen niedrigen Ufersäumen bezeichnet wird, wenigstens 560 M. gesunken ist. Die Hauptverwerfungen streichen in NNO—SSW-licher Richtung — — —. Dass die Visingsöformation jetzt fa- ausschliesslich auf das Thal des Vettern beschränkt ist, beruht deshalb nicht darauf, dass dieselbe ausschliesslich hier in einem voraus existirenden Becken abgelagert wurde, sondern darauf, dass sie in

*) Siehe Referat in Geol. Fören. Förhandl. B. 7, P. 719; Herr *Högbom* erwähnte selbst in seinem Vortrag, dass er auf diese Auffassung durch meine Untersuchungen geleitet worden war.

**) Auch *E. Erdmann's* ältere, verdienstvolle Beobachtungen über die zahlreichen Verwerfungen Schonens müssen hier erinnert werden.

dem tiefen, durch die kolossale Einsinkung gebildeten Thal gesunken und geschützt war und dadurch hier vor der vollständigen Zerstörung, durch welche übrigens fast jede Spur von ihr weggefeigt worden ist, verschont blieb.«*)

Nach Mittheilung von *Nathorst***) war auch er schon 1884 auf ähnliche Erklärung der Bildung des Vetterns durch Verwerfungen und Erosion der Visingsöformation ausserhalb der nicht gesunkenen Seeplatte gelangt; seine Auffassung wird nach privater Mittheilung in einer Abhandlung in Geol. Fören. Forhandl. B. VIII (No. 99) veröffentlicht.

Auch die Silurformation Östergötlands ist durch Verwerfungen abgegrenzt und als eine eingesunkene Partie vor der vernichtenden Erosion bewahrt worden; denn längs der Nordgrenze derselben streicht die grosse, schon längst bekannte Verwerfungsspalte, welche über die Seen Boren, Roxen etc. nach dem engen Fjord bei Söderköping (Slätbaken) verläuft. Die Silurschichten sind längs dieser Grenze durch Schleppen (monoclinal flexure) aufgerichtet***) und das Grundgebirge nördlich von der Verwerfung erhebt sich höher als die gesunkene Silurformation. Ob auch längs der Südgrenze des Silurgebiets Östergötlands Verwerfungen vorhanden sind, ist mir unbekannt. —

Ueber die Silurformation Nerikes hat *G. Linnarsson* (Öfvers. af K. Vet. Akad. Förhandl. 1875, No. 5) eine ausführliche, von einer Uebersichtskarte begleitete Darstellung geliefert; es geht aus derselben hervor, dass diese Formation daselbst eine Depression einnimmt, welche im Westen und Süden gegen aufragende Grundgebirgshöhen scharf abgegrenzt ist; im W geht die Grenze nach *Linnarsson* längs einem Flüschen, Svartå, und dem in dasselbe ausmündenden Bach,

*) *Holm* bemerkt in seiner Einleitung P. 4: »Auf meine Deutung der Geologie Vetterns und der Visingsöformation wurde ich vor Allem geführt, theils durch eigene Studien während Reisen in Norwegen, theils auch durch *Bröggers* meisterhafte, Epoche machende Arbeiten.«

**) Siehe auch *Holm's* Abhandl. P. 5 Anm.

***) *G. Linnarsson* und *S. A. Tullberg* bemerken in der Beschreibung zum Kartenblatt »Vreta Kloster« (Sver. geol. unders. Ser. Aa, No. 83, P. 17): »Südlich vom Motala Strom sind die Uebergangslager im Allgemeinen fast horizontal — — Nördlich vom Strome — — ist ihre Neigung ziemlich stark. Es scheint daraus hervorzugehen, dass grössere Niveauänderungen nach der Uebergangszeit längs der Spalte, welche wahrscheinlich längs dem Strome vorhanden ist, stattgefunden haben.« — Siehe auch *Holm* l. c. P. 31 und *Linnarsson*, Geol. För. Förhandl. B. 4, P. 35.

welcher an Garphyttan und Lannafors vorüberfließt; westlich von diesem Flüschen, in dem Kilsgebirge, hebt sich das Grundgebirge mehrere hundert Fuss über die Silurformation. Im S wird die Silurformation von der Höhenstrecke begrenzt, welche südlich von Vretstorp und Hallsberg nach Hjelmaren streicht. Die nördliche Grenze tritt orographisch nicht hervor; nach Osten hin tauchen die paläozoischen Schichten unter das Niveau des Hjelmaren hinunter. Die Silurformation Nerikes zeichnet sich nach *Linnarsson* durch horizontale Schichtenstellungen aus*). Es wäre demnach, so lange Verwerfungsbreccien oder längs den Grenzen abnormale Schichtstellungen nicht nachgewiesen sind, zwar möglich, dass die Silurformation Nerikes, wie *Linnarsson* annahm, in einer *ursprünglichen* Depression abgesetzt gewesen wäre; nach der Analogie mit anderen Silurgebieten des südlichen Skandinaviens ist dies jedoch nicht sehr wahrscheinlich. Viel wahrscheinlicher scheint es, dass längs der West- und Südgrenze von Nerikes Silurformation Verwerfungen vorhanden sind, längs welchen dieselbe mit ihrer Unterlage eingesunken ist. So viel ist jedenfalls sicher, dass auch die Silurschichten der Ebene von Nerike durch eine vertiefte, bassinartige Lage gegen die spätere Erosion geschützt worden sind. Wenn das relativ höhere Grundgebirgssufer, welches im Süden den See Hjelmaren begrenzt und eine Fortsetzung der Höhenstrecke Vretstorp—Halsberg ist, eine Verwerfung angiebt, muss wahrscheinlich auch der See Hjelmaren selbst durch Erosion der hier einmal vorhandenen gesunkenen Silurformation gebildet sein; auch nördlich vom Hjelmaren kommt noch ein kleiner Silurrest vor.

Nach *G. Linnarsson's* Beschreibung der paläozoischen Bildungen bei Humlenäs in Småland (Geol. Fören. Förhandl. B. 4, P. 177—184) dürften ziemlich sicher auch längs dem See Humeln Verwerfungen mit Einsinken paläozoischer Ablagerungen nachweisbar sein; dieselben sind jetzt jedoch vollständig wegerodirt und nur in losen Blöcken zu beobachten. Ich muss bemerken, dass mich *Nathorst* auf die Verhältnisse dieser Lokalität aufmerksam gemacht hat.

*) Doch werden von mehreren Stellen Schichtenstörungen erwähnt, welche aber von *Linnarsson* (l. c. und Beskrifn. til Kartenblatt Latorp, Sv. geol. Unders. Ser. A a No. 55, P. 23) wie auch *Karlsson* (Kartenblatt Segersjö, derselben Serie No. 49, P. 16) dem Binnenlandseise der Eiszeit zugeschrieben wurden.

Was die Silurformation auf dem Festlande gegenüber von Öland und auf dieser grossen Insel selbst, sowie auf der Insel Gotland betrifft, so sind diese Silurgebiete offenbar nur Reste der einmal bis nach den Ostseeprovinzen zusammenhängend ausgebreiteten Silurablagerungen, welche jetzt die Depression der Ostsee einnehmen; ob die Depression ursprünglich oder sekundär ist, oder ob die Felsmasse Skandinaviens vielleicht gehoben worden, ist für die hier vorliegende Frage von keiner wesentlichen Bedeutung; eine Thatsache ist es jedenfalls, dass die Silurformation in den Inseln der Ostsee wie auch beiderseits derselben relativ tiefer liegt als die angrenzende jetzige Grundgebirgsoberfläche Schwedens und demnach vielleicht gerade dadurch gegen die Einwirkung der erodirenden Kräfte relativ geschützt gewesen ist.

Endlich dürfte hier vielleicht noch der kleine Silurfleck, welcher (Geol. Fören. Förhandl. B. 1, P. 28) von *P. T. Cleve* von »einer kleinen Klippe östlich von der Insel N. Koster in Bohuslän« erwähnt wurde, berücksichtigt werden; diese ganz kleine Silurpartie, welche nach *Cleve's* Angabe dem obersten Theil der mittelsilurischen Schichtenreihe angehörig sein dürfte, kann hier inmitten der Grundgebirgsmassen Bohusläns aller Wahrscheinlichkeit nach nur als eine durch Verwerfungen eingesunkene und dadurch gegen die Erosion beschützte Gebirgsplatte aufgefasst werden, was um so mehr wahrscheinlich wird, wenn wir die nur wenig nördlicher vorhandenen grossen Verwerfungen des Kristianiafjords erinnern.

Schon in meiner Abhandlung: Die sil. Etagen 2 u. 3 suchte ich zu zeigen, wie (l. c. P. 235): »die härteren, beständigeren Schichten oder beschützenden Decken oder Gerippe der verschiedensten Eruptivgesteine noch immer die Wirkung der Erosion regulirt haben«; in späteren Arbeiten (siehe *Nyt. Mag. f. Naturv.* P. 406, *Geol. Fören. Förhandl.* B. 7, P. 475) habe ich schon ausgesprochen, dass die paläozoischen Formationen des südlichen Skandinaviens *nur an solchen Stellen aufbewahrt sind*, wo diese Schichten entweder 1) durch Senkungen oder Verwerfungen vertiefte Becken einnehmen, oder wo sie 2) von überlagernden härteren Massen geschützt waren oder auch 3) durch eine aus Contactmetamorphose herrührende Erhärtung selbst eine grössere Widerstandsfähigkeit erhalten hatten.

Der erste Fall ist in Norwegen in den oben erwähnten Beispielen von dem Kristianiafjord und seinen Umgebungen, von dem Tyrifjord,

der Ostseite des südlichsten Theils des Randsfjords und der Ostseite des Enavands, der Westseite des südlichen Theils von Mjösen(?) (der Silurpartie Øjerens?), in Schweden in den Beispielen von Schonen, Dalarne, Jemtland, Vettern, Östergötland und Nerike(?) etc. repräsentirt.

Der zweite Fall ist auch wohl z. Th. in dem Kristianiagebiet repräsentirt, indem die Porphyrdecken gewiss einigen Schutz gegen die Erosion geleistet haben; ausgezeichnete Beispiele bieten in Schweden die von Diabas bedeckten Berge Westergötlands, der Halleberg und der Hunneberg, der Kinnekulle und Falbygden. Im Kleinen beobachtet man z. B. im Kristianiagebiete oft, wie auch relativ härtere Schichten, z. B. der Kalksandstein Etage 5, oder durchsetzende, gleichwie ein Gerippe bildende Eruptivgänge beschützt haben; dementsprechend wäre vielleicht aus Schweden auch noch ein grösseres Beispiel zu erwähnen, nämlich die Ablagerungen der Almesåkraserie südöstlich vom Vettern, welche, wie *Nathorst* mir berichtet hat, wesentlich wegen den zahlreichen durchsetzenden mächtigen Diabasgängen und auch wohl der härteren Beschaffenheit der Conglomeratschichten selbst aufbewahrt sein dürften.

Der dritte Fall endlich ist, übrigens in Verbindung mit den beiden ersteren, auch auf der ganzen Strecke Mjösen—Langesundsfjorden in ausgezeichneten Beispielen repräsentirt.

Schon die vergleichenden Untersuchungen über die Beschaffenheit der silurischen Ablagerungen der zahlreichen kleineren Silurgebiete des südlichen Skandinaviens und über ihrer Fauna zeugen an und für sich von einer im Ganzen und Grossen so nahen Uebereinstimmung, dass man schon daraus gern schliessen möchte, dass sie einigermassen continuirlich in einem gemeinsamen zwischen Norwegen und den Ostseeprovinzen ausgedehntem paläozoischem Meere abgesetzt seien. Diese Annahme wird namentlich dadurch bestätigt, dass einige Schichten an allen den Stellen, wo sie auf dieser Strecke auftreten, eine ganz auffallende Uebereinstimmung aufweisen; als Beispiele wollen wir hier nur an die Schichtenreihe des sogenannten Orthocerenkalks (Et. 3 *ca*—3 *cy* in Norwegen) erinnern. Ueberall: in den Ostseeprovinzen, auf Öland, in Östergötland, bei Hummeln in Småland, in Nerike, in Dalarne, in Westergötland (auch auf Bornholm und in Schonen), bei Mjösen und Kristiania und im Kristianiagebiet überhaupt, überall finden wir dieselben einzelnen Unterabtheilungen mit denselben Arten und mit fast genau derselben Fauna. Ausserhalb Skandinaviens und der

Ostseeprovinzen ist keine genau entsprechende Ablagerung bekannt. Da diese Ablagerungen Tiefseebildungen und nun auch an so *vielen* Stellen zwischen Norwegen und den Ostseeprovinzen bekannt sind, so würde es sehr sonderbar sein, wenn nicht ein einigermaßen continuirliches Meer diese Vorkommnisse verbunden hätte. Später wiederholt sich diese Uebereinstimmung, obwohl weniger auffallend, noch öfters; ich erinnere nur an den Gasteropodenkalk des südlichen Norwegens und Estlands, den Pentameruskalk etc.; auch ist die ganze Suite der Silurablagerungen, wie erwähnt, im Ganzen und Grossen hinreichend nahe übereinstimmend. Da nun die bekannte Suite der paläozoischen Formationen zwischen den Ostseeprovinzen und Russland auch grösstentheils auf tieferem Boden abgesetzt ist (Sandsteine und Conglomerate spielen nur in den älteren, sogen. cambrischen Schichten, ferner an der Grenze zwischen der zweiten und dritten silurischen Fauna und in den jüngsten silurischen oder in den devonischen (?) Ablagerungen eine mehr hervortretende Rolle) und diese Formationen zusammen eine bedeutende Mächtigkeit repräsentiren, so dürfte es, wie gesagt, schon a priori sehr wahrscheinlich sein, dass sie auch in einem einigermaßen continuirlichen Meere zwischen Norwegen und den Ostseeprovinzen abgesetzt gewesen seien.

Dieser schon aus faunistischen und stratigraphischen Gründen berechtigte Schluss gewinnt nun durch den oben gelieferten Nachweis, dass die jetzt im südlichen Skandinavien vorhandenen Gebiete der paläozoischen Formationen *ausschliesslich in solchen Fällen aufbewahrt sind, in welchen besonders günstige Bedingungen gegen die vernichtende Erosion hinreichenden Schutz leisteten und somit ihre Erhaltung erlaubten*, eine entscheidende Bestätigung. Namentlich vollständig beweisend sind die zahlreichen grossen Beispiele, in welchen die jetzigen Grenzen der Fossilien führenden Formationen mit den Verwerfungen, längs denen sie eingesunken sind, zusammenfallen. Es beweist dies, dass wir hier überall nur mit spärlichen und relativ unbedeutenden Resten von Ablagerungen zu thun haben, welche früher, obwohl vielleicht nicht vollständig continuirlich, weit über ihre jetzigen beschränkten Bezirke hinaus verbreitet gewesen sind.

Es muss also nach der Epoche der grossen Verwerfungen des Kristiania-gebiets, die vielleicht jedenfalls *theilweise* mit den auch im übrigen südlichen Skandinavien stattgefundenen grossen

Verwerfungen ungefähr gleichzeitig eingetroffen sind, *eine riesige, vernichtende Abrasion der paläozoischen Formationen, welche über Hunderte von Quadratmeilen Tausende von Fuss mächtige Schichtenmassen zu entfernen vermochte, zwischen dem südlichen Norwegen und den Ostseeprovinzen stattgefunden haben.*

Die jetzige, ziemlich zusammenhängende Verbreitung der entblössten Grundgebirgsoberfläche zwischen dem Kristianiafjord und der Ostsee ist deshalb auch nicht auf solche Weise aufzufassen, dass wir hier eine alte, niemals von jüngeren Formationen bedeckte Grundgebirgsoberfläche vor uns haben; im Gegentheil, dieselbe ist sekundär, durch eine durchgreifende Abrasion, welche nur stellenweise die Erhaltung der paläozoischen Formationen unter speciellen, günstigen Bedingungen erlaubte, gebildet und stellt somit eine wenigstens *zum zweiten Male* abrasirte Oberfläche dar.

Was speciell die Strecke Mjösen—Langesundsfjorden betrifft, so ist eigentlich der ganze Landesstreifen, östlich von der Linie: Birid, Gjøvik, Einavand, Randsfjord, Tyrifjord, Hougund, Hedenstad, Gjerpen, Langesund und westlich von der Linie: Mjösen, Elkeberg, Moss, Hvaløerne in grossen Zügen als eine relativ zu den Umgebungen eingesunkene, hauptsächlich in SSW—NNO-licher und S—N-licher Richtung aufgeborstene Partie der Erdkruste aufzufassen. Innerhalb dieser Strecke sind zahlreiche besondere grössere und kleinere Verwerfungen und Einsinkungen, welche das Relief der einzelnen Theile dieser Landesstrecke modificiren, nachweisbar. Innerhalb dieser Strecke, welche grösstentheils von den längs der Spalten wahrscheinlich gerade der Einsinkungen wegen aufgedrungenen und auf diese im Ganzen eingesunkene Strecke beschränkten Eruptivmassen eingenommen wird, finden wir alle nöthigen Bedingungen für die Aufbewahrung der weicheren Fossilien führenden Formationen besonders reichlich ausgebildet. Wie weit *westlich* von dieser Strecke die paläozoischen Formationen einmal zusammenhängend ausgedehnt waren, davon können wir da, wo sie jetzt *vollständig* fehlen, natürlich niemals eine sichere Vorstellung erlangen.

Schon ein Blick auf die geologischen Uebersichtskarten des südlichen Skandinaviens genügt, um eine Vorstellung von der enormen Erosion, welche östlich von der Strecke Mjösen—Langesundsfjorden stattgefunden haben muss, zu gewinnen, indem wir die geringe jetzige Ausdehnung der paläozoischen Formationen mit der Verbreitung, welche sie früher einigermassen continuirlich über

das ganze südliche Skandinavien besessen haben müssen, vergleichen. Während dieselben jetzt auf dem skandinavischen Festlande südlich von der Linie Mjösen—Stockholm in Allem wohl nur über ung. 125 geogr. □-Meilen in sehr spärlichen Resten aufbewahrt sind, waren sie früher vielleicht über den grössten Theil dieser ca. 3000 □-Meilen umfassenden Fläche in mächtigen Schichtenserien abgelagert. Selbst das kleine Gebiet, das auf der diese Abhandlung begleitenden Karte dargestellt ist, giebt schon eine Vorstellung über diese gewaltige Erosion; denn nach der ganzen obenstehenden Beweisführung ist es ganz ausser Zweifel gestellt, dass z. B. der kleine Silurfleck Øjerens einmal mit den Silurablagerungen bei Kristiania continuirlich verbunden und die ganze auf der Karte als Grundgebirge angegebene Strecke einmal mit paläozoischen den Schichtenserien bedeckt gewesen ist.

Aeltere und jüngere Erosion Erosion der Eiszeit.

Nachdem wir jetzt gesehen haben, dass der Kristianiafjord und andere entsprechend beschaffene Fjorde, Seen und Thäler *vor der Erosion relativ verschonte Gebiete darstellen*, wäre es eigentlich nothwendig, die Frage zu beantworten, ob die Erosion, welche am Ende auch solche speciell beschützte, von härterem Gebirge eingerahmte Gebiete, wie den Kristianiafjord, ausgegraben hat, von besonderer Art gewesen ist, dabei auch entscheidende Beweise dafür zu liefern, ob wir seit dem Stattfinden der grossen Verwerfungen des Kristianiafjords nicht vielleicht verschiedene Arten von Erosion, verschiedene Erosionsepochen unterscheiden können*).

Für eine solche Untersuchung liegen bis jetzt noch zu wenig sichere Anhaltspunkte vor. Von grösserer Bedeutung würden in dieser Beziehung namentlich die von *Nathorst*** in Schonen gemachten Beobachtungen sein, welche dargethan haben, dass daselbst nach einigen grossen postsilurischen Verwerfungen schon *vor der Ablagerung* des sogen. Hör's Sandsteins***) eine gewaltige Abrasion

*) Bekanntlich hat schon *Kjerulf*, wie oben erwähnt, nachgewiesen, dass auch *vor der Eruption* der Porphydecken, also vor den grossen Verwerfungen, welche z. Th. jünger als die Porphydecken sind, eine geringere Abrasion stattgefunden haben muss.

**) Siehe: »Beskrifning till Kartbladet Trolleholm«, P. 80.

***) Nach *B. Lundgren* mit Cardinien-Lias äquivalent.

der paläozoischen Formationen stattgefunden haben muss, nur müsste es sich nachweisen lassen, in wie fern diese Abrasion jünger als die Verwerfungen des Kristianiafjords gewesen ist und ferner, ob die grossen Verwerfungen Schonens mit den grossen Verwerfungen des Kristianiafjords ung. gleichzeitig gewesen sind. Eine solche Zusammenstellung ist aber bis jetzt ganz willkürlich. Ebenso wenig kann durch eine *genauere* Bestimmung des Alters der grossen Masseneruptionen der Granite und Syenite des Kristiania-gebietes ein Ausgangspunkt für eine nähere Vergleichung mit den Beobachtungen in Schonen erhalten werden, da eben kein hinreichend bestimmtes Alter für die genannten Eruptionen angegeben werden kann. *Nathorst's* Beobachtungen in Schonen haben ferner dargethan, dass auch der Hörs-Sandstein selbst eine gewaltige Erosion schon vor den (tertiären) Basalteruptionen Schonens erlitten haben muss. Auch die Ablagerung der Kreideformation Schonens direkt auf dem Grundgebirge und die Beschaffenheit der Grundgebirgsoberfläche unterhalb derselben (*De Geer*) darf hier erinnert werden.

Ferner müssen hier die Bemerkungen *Linnarsson's* über die Verhältnisse in Vestergotland berücksichtigt werden. Die silurischen Ablagerungen Vestergotlands sind, wie bekannt, von Diabasdecken geschützt gewesen und dadurch der vollständigen Zerstörung entgangen. Nun ist aber zu merken, dass im Kinnekulle und auf Falbygden die ganze Schichtenserie zwischen dem cambrischen Sandstein und dem Obersilurischen Graptolithenschiefer mit *Monograptus* und *Rastrites* etc. auftritt, während im Hunneberg nur der unterste Theil derselben vom Sandstein an bis zum *Phyllograptus*-schiefer repräsentirt ist; es fehlt also hier die ganze Schichtenserie zwischen dem *Phyllograptus*- und dem Obersilurischen *Monograptus*-schiefer. Da nun auch im Hunneberg die Schichten von dem Diabas bedeckt sind, schliesst *Linnarsson* hieraus gewiss mit Recht (Vestergotl. cambr. u. silur. Aflagringar, k. sv. Vet. Akad. Handl. B. 8, No. 2, P. 55, Stockholm 1869) »dass die sedimentären Ablagerungen im Halle- und Hunneberg schon früher, als sie ihre Bedeckung von Trapp (Diabas) erhielten, einer bedeutenden Denudation, welche theilweise einige derselben zerstört hat, ausgesetzt gewesen sind. Wenn man die unzweideutigen Wirkungen dieser Denudation sieht, bietet sich von selbst der Gedanke dar, dass man in derselben eben auch die Ursache dazu hat, dass im Halle- und Hunneberg die höheren Ablagerungen

der übrigen Berge Vestergötlands fehlen.« — Auch *E. Sidenblad* spricht sich (Kartenblatt Wenersborg, Sver. geol. unders. Ser. A a, No. 40, P. 56, 73 etc.) in derselben Richtung aus und liefert mehrere detaillirte Profile, welche die grosse Denudation vor der Eruption der Diabase beweisen. Nach *Sidenblad*'s Profil von Halleberg und Hunneberg (l. c. P. 48) zu schliessen, muss offenbar die von ihm erwähnte Verwerfung zwischen diesen beiden Bergen schon *älter* als die Diabaseruption gewesen sein (S. selbst meinte, dass die Verwerfung jünger gewesen sei) und nach der Verwerfung die Erosion die Oberfläche wieder nivellirt haben; dies geht direkt daraus hervor, dass im Hunneberg die nivellirte Oberfläche der *jüngeren* relativ *gesunkenen* Schichten mit derjenigen der *älteren* Schichten des Hallebergs in demselben Niveau unterhalb der Diabasdecke liegen. Nachträglich hat dann eine jüngere Verwerfung längs derselben Verwerfungsebene, wie so oft der Fall ist, auch noch die Diabasdecke durchsetzt.

Endlich sind nach der Eruption der Diabase auch noch ungeheuere Massen zwischen den Bergen Vestergötlands wegerodirt*).

Die Beobachtungen aus Vestergötland lehren demnach, dass schon vor der Eruption der Diabase sowohl Verwerfungen als eine nivellirende Abrasion stattgefunden haben muss. Die Eruptionszeit der Diabase lässt sich nun zwar nicht exakt angeben, kann aber doch gewiss nur entweder einer paläozoischen oder einer mezozoischen Periode angehören.

Aus den oben erwähnten Beobachtungen darf also jedenfalls geschlossen werden, dass eine durchgreifende Erosion der paläozoischen Formationen des südlichen Skandinaviens schon vor der Tertiärzeit stattgefunden haben muss.

Die eigentliche *Abrasion* der einmal gewiss einigermassen continuirlich verbreiteten paläozoischen Formationen des südlichen Skandinaviens dürfte also aller Wahrscheinlichkeit nach schon älter als die Eiszeit sein; für eine genauere Gliederung der verschiedenen paläozoischen und mesozoischen Erosionsepochen fehlt indessen eine hinreichende Grundlage.

Andererseits darf ich meinetwegen nach den neueren Untersuchungen über die Erosionsthätigkeit der Gletscher eines Binnenlandseises nicht bezweifeln, dass auch die Gletscher der Eiszeit

*) Ueber die Erosion in Vestergötlands Bergen siehe auch: *E. Svedmark*, Halle- und Hunnebergs trapp, Sver. geol. unders. Ser. C. 25.

bei der Fjord-, See- und Thalbildung selbst in hohem Grade thätig gewesen sind, obwohl ihre Wirkungen nicht überschätzt werden dürfen.

Es genügt hier, auf schon bekannte Untersuchungen anderer Forscher, namentlich *A. Helland's* hinzuweisen. Das ganz beschränkte Auftreten der Fjorde ausschliesslich längs Küsten, welche einmal von Eiszeitsgletschern zerfrantzt wurden, ferner das charakteristische gesellschaftliche Auftreten derselben an diesen Küsten, ihre äusserst auffallenden Tiefenverhältnisse, ihre charakteristische Fortsetzung durch Fjordthäler und Seen, die eigenthümlichen Querprofile der Fjorde und Fjordthäler etc., alles Verhältnisse, welche, wie gesagt, schon von *Helland* und anderen Forschern hervorgehoben sind, scheinen mir, wenn man die Thatsachen unbefangen beurtheilt, *gut durch die Annahme erklärlich, dass die Fjordbildung selbst mit erodirenden Wirkungen der Eiszeitsgletscher innig verknüpft gewesen sein muss.*

Was speciell den Kristianiafjord betrifft, so wurde schon oben hervorgehoben, dass die eigentliche Fjordbildung ausschliesslich ein Werk der erodirenden Kräfte sein muss. Es ist nun auch gerade hier sehr wahrscheinlich, dass diejenigen erodirenden Werkzeuge, welche dem Fjordbette seine eigenthümliche, endliche Form gegeben haben, die Gletscher der Eiszeit gewesen sein müssen. Die eigenthümlichen, auch bei anderen Fjorden regelmässig sich wiederholenden Tiefenverhältnisse beweisen dies und lassen sich kaum anders deuten. Wenn z. B. der Bundefjord im südlichen, inneren Theile ein Tiefbassin mit Tiefen von ca. 165 Meter aufweist, während die Tiefen zwischen Näsodtangøn und den Inseln im nördlichen äusseren Theile des Bundefjords nicht mehr als die Hälfte erreichen, wenn wir ferner in der Tiefrinne des Fjords bedeutend grössere Tiefen als in der Nordsee vorfinden etc., dann brauchen wir, wie die Fjordprofile zeigen, für die Erklärung dieser Thatsachen *eigenthümlicher erodirender Werkzeuge, und sind hier in Bezug darauf in erster Linie auf die Gletscher hingewiesen.* Die Erklärung der grösseren Tiefen der inneren Fjordtheile, welche ich in meiner Arbeit: Die silur. Etagen 2 u. 3, P. 242 als eine mögliche Hypothese aufstellte, lässt sich nach meinen jetzigen Erfahrungen nicht vertheidigen; und selbst wenn sie hier in diesem einen Falle möglich gewesen wäre, so ist es, wie *Helland* bemerkt, gewiss zutreffend, dass die *eigenthümlichen Verhältnisse der Fjordtiefen eine generelle, allgemeingültige Ursache haben müssen*, als welche jene unzureichend begründete Möglichkeit nicht gelten kann.

Auch die z. B. von *Nathorst* theilweise zur Erklärung der Seebildung herangezogene *Pumpelly'sche* Theorie von der secularen Verwitterung kann nicht auf die Erklärung der eigenthümlichen Reliefverhältnisse der norwegischen Fjorde, Fjordthäler und grösseren Seen Anwendung finden; da, wie mir bekannt, kein einziger Forscher einen ernstesten Versuch gemacht hat, durch diese Theorie die Fjorderosion zu erklären, so scheint es mir auch nicht nöthig zu sein, die Anwendung dieser sonst gewiss wichtigen Theorie zur Erklärung der Fjorde und fjordähnlichen Seen etc. zu widerlegen.

Mit meiner früheren hypothetisch dargestellten Erklärung der grösseren Tiefen im inneren Theile des Kristianiafjords ist die von *A. E. Törnebohm* aufgestellte, später auch von *Holm* (l. c. P. 47) angenommene Auffassung der Bildung der grossen skandinavischen Seebecken ung. analog; es sollten nach dieser Auffassung die grossen Seebecken durch Einsinkungen »während der Eiszeit entstanden sein, wobei die Eismasse sofort die eingesunkene Partie ausgefüllt und dadurch die Füllung des gebildeten Beckens durch Schlamm-sedimente verhindert haben dürfte«.

Diese Auffassung, welche den grossen Verwerfungen ein so junges Alter wie die Eiszeit zuschreibt, kann jedenfalls für den Kristianiafjord nicht gelten, indem hier die grossen Verwerfungen relativ älter sein müssen, nämlich z. Th. sicher ung. gleichzeitig mit der Eruption der grossen postsilurischen Granit- und Syenitmassen, obwohl zahlreiche jüngere Verwerfungen auch nicht fehlen; in Schonen ist die grosse Verwerfung Röstånga—Ringsjö, wie wir hörten, älter als der Hörs Sandstein etc. Auch zeugt die gewaltige Erosion, welche, wenn diese Auffassung richtig gewesen wäre, von der Oberfläche Skandinaviens die mächtigen Ablagerungen der paläozoischen Formationen *erst während und nach der Eiszeit* hätte entfernen können, bestimmt gegen eine solche Auffassung. Dieses müsste nämlich der Fall gewesen sein, wenn die grossen Verwerfungen, welche z. B. längs dem Kristianiafjord und dem See Vettern nachzuweisen sind, erst während der Eiszeit stattgefunden hätten; dann müsste an der ersten Stelle z. B. östlich vom Mossesund, während und nach der Eiszeit ein ca. 1350 M. hohes »Basin range« nivellirt, ebenso beiderseits des Vettern während und nach der Eiszeit die Visingsöformation vollständig weggefeegt worden sein etc. Solche Wirkungen traue ich erstens aus guten Gründen den Gletschern der Eiszeit nicht zu, zweitens würde es auch absolut

unwahrscheinlich sein, dass die paläozoischen Formationen dann nicht schon *früher als in der Eiszeit* in grösserer Ausdehnung weg-erodirt sein sollten, wenn sie nicht — wie es in der That der Fall ist — eine durch *ältere* Verwerfungen beschützte Lage eingenommen hätten. Dagegen traue ich — im Gegensatz zu *Holm* — den Gletschern der Eiszeit wohl die relativ viel geringere Thätigkeit zu, ein Fjordbassin, wie den Kristianiafjord, oder ein Seebassin, wie Vetteren, in weicheen Formationen ausgegraben zu haben. Denn eine *derartige* erodirende Wirkung ist, wie die Bildung der »Botner« und »Sackthäler es lehren, eben der Gletschererosion überhaupt eigenthümlich, und kann schwerlich durch andere bis jetzt bekannte erodirende Agentien ausgeführt worden sein; die Gletscher konnten vielleicht eben nicht nivelliren, vernichten, auf dieselbe Weise, wie die präglaciale Erosion, sie konnten sich dagegen tiefe, bassinartige Bette immer tiefer eingraben, und haben dabei eben der jetzigen Landesoberfläche der einmal von einem Binnenlandseise bedeckten Länder ihre eigenthümliche Beschaffenheit verliehen. Der Grund, welchen *Holm* (l. c. P. 48) gegen die Auffassung anführt, dass die Verwerfungen Vetterens älter als die Eiszeit wären: — »ich kann mir nicht denken, wie ein solches Bassin, wie das Vetterthal, von dem Binnenlandseise hätte geleert werden können, wenn es schon beim Anfang der Eiszeit zugeschlemmt gewesen wäre, was es hätte sein müssen, wenn es schon damals existirt hätte,« — ist aber, wie die Profile des Kristianiafjords Fig. 19 und 20 lehren, ganz hinfällig, indem, wenn hier die grossen Verwerfungen erst in der Eiszeit eingetroffen wären, die Gletscher der Eiszeit nicht nur erst die vollständige Abrasion östlich vom Fjord hätten ausführen müssen, *sondern auch das Fjordbett selbst*, — welches, wie die Fjordprofile beweisen, erodirt sein muss — *aushöhlen*, was *Holm* eben nicht den Gletschern zutrauen möchte. — Wenn dagegen die Verwerfungen Vetterens als älter als die Eiszeit aufgefasst werden, hat die *präglaciale Erosion* die Umgebungen Vetterens, sowie das jetzige Vetterthal, abrasiren können, und hat dann wahrscheinlich eben die innerhalb der Verwerfungen liegende *gesunkene* Partie der Visingsöformation für die spätere Ausgrabung des Vetternbassins durch die Gletscher *erspart*.

Ich muss es deshalb meinerseits für unzweifelhaft ansehen, dass die *Reliefverhältnisse des Fjordbettes des Kristianiafjordes* (von späterer Ausfüllung durch lose Massen abgesehen), *so wie sie*

jetzt in ihrer endlichen Form vorliegen, der Erosion der Eiszeitsgletscher zuzuschreiben sind.

Da ich selbst für die Bestätigung dieser Auffassung der Thätigkeit der Gletschererosion nichts Neues von wesentlicher Bedeutung hinzufügen kann, weise ich auf die in dieser Beziehung wichtigen Arbeiten *Helland's* über die Fjordbildung hin*).

Wie tief die Erosion schon vor dem Anfang der Eiszeit längs dem Fjord selbst sich eingegraben hatte, ist natürlich unmöglich zu wissen. Indessen dürfen wir wohl annehmen, dass sich jedenfalls längs dem jetzigen Fjord schon ein erodirtes Thalbett für die Eiszeitsgletscher vorfand, welches ihre Bewegung in der Richtung reguliren konnte, dass als Endresultat ihrer Erosion das jetzige ausgegrabene Fjordbett sich ergeben musste.

Es wäre also nach dem Obenstehenden wenigstens so viel als sicher oder höchst wahrscheinlich anzunehmen, dass wir, wenn wir die nach den grossen Verwerfungen des Kristianiagebiets stattgefundene Erosion in eine präglaciale Erosion und eine glaciale Erosion (die postglaciale Erosion ist wohl kaum nennenswerth) theilen, der ersteren die ungeheure, vernichtende, nivellirende Thätigkeit, welche die Tausende von Fuss mächtigen Schichtmassen der fossilführenden Formationen, — kleine, besonders geschützte Gebiete ausgenommen, — fast von der ganzen Oberfläche des südlichen Skandinaviens über Tausende von Quadratmeilen weggefeigt hat, zuschreiben müssen; in der auf diese Weise durch unermessliche Zeiträume der mesozoischen Zeit und der Tertiärzeit z. gr. Th. nivellirten, rasirten Oberfläche haben nachträglich die Gletscher der Eiszeit und die glaciale Erosion überhaupt die Reste der weicheren Formationen noch weiter zerstört, haben dabei theils Thäler, Seen und Fjorde selbst gebildet, theils denselben und der jetzigen Landesoberfläche im Allgemeinen die jetzigen charakteristischen Formen des Oberflächenreliefs gegeben.

Indirekte Bedeutung der Verwerfungen für die Fjordbildung.

Wie sind nun eigentlich die erodirenden Kräfte von dem nach den grossen Verwerfungen resultirten Bau des festen Felsenkörpers in ihrer ausgrabenden Arbeit begrenzt gewesen?

*) Namentlich Pogg. Ann., B. 146; Øfvers. af Vet. Akad. Förhandl. 1875; Geol. Fören. Förhandl. B. 2. Arch. f. Math. u. Naturv. B. 1, 2 etc.

Es zeigt sich hier, dass offenbar in erster Linie die *weicheren* Gesteinskomplexe, namentlich die paläozoischen Formationen, entfernt sind, während die härteren, widerstandsfähigeren Massen von Granit und Grundgebirge, welche jetzt in grösserer Ausdehnung das Fjordbett einrahmen, relativ verschont worden sind. Was die grossen Granit-, resp. Syenitmassen betrifft, dann werde ich in einer anderen Arbeit ausführlich nachweisen, dass die Erosion überall fast nur die ursprüngliche obere Grenzfläche dieser in der Tiefe erstarrten Eruptivmassen entblösst hat; es beweist dies namentlich die eigenthümliche petrografische Beschaffenheit, welche die Grenzzone dieser Massen überall im Kristianiagebiet aufweist. Und dass die jetzige Grundgebirgsoberfläche in den Umgebungen des Kristianiafjords insofern nur wenig von der vor der Ablagerung der paläozoischen Formationen, durch uralte Abrasion gebildeten Oberfläche abweicht, als gewiss eine wesentliche Umformung dieser entblösten Oberfläche durch weitere Erosion nicht stattgefunden haben kann, davon zeugen die jetzigen Niveauverhältnisse an den Stellen (z. B. bei Slemmestad und Nærnsås, ferner auf Eker, an der südwestlichsten Ecke des Tyrifjords etc.), wo noch die Auflagerung der Primordialschichten auf dem Grundgebirge zu beobachten ist.

Wenn nun die Gletschererosion dem Fjord und seinen Umgebungen die jetzigen Reliefverhältnisse gegeben hat, so folgt hieraus auch, dass dieselbe jedenfalls in dieser Gegend vorzüglich die Oberfläche der härteren Gesteinsmassen (Granit und Grundgebirge) entblösst hat, und dass eben durch Ausgraben und Entfernen der *weicheren* Formationen das Fjordbett ausgegraben wurde. *Die Begrenzung des Fjords, sowohl als die Tiefenverhältnisse desselben sind deshalb nur insofern von dem nach den Verwerfungen resultirten Bau abhängig gewesen, als die Oberfläche der festeren, widerstandsfähigeren Massen durch Stauungen und Verwerfungen oder durch die grossen Eruptionen der Granite und Syenite eine (nach dem später eingetroffenen Entfernen der weicheren Formationen) ung. ihren jetzigen Reliefverhältnissen entsprechende Lage und Beschaffenheit erhalten hatten.* Dies ist also die wesentlichste Bedeutung der Verwerfungen für die Fjordbildung, dass die nachträgliche, in erster Linie die weicheren Massen entfernende Erosion, wenn dieselbe z. Th. die Oberfläche der widerstandsfähigeren Massen erreicht hatte, wegen der theilweise mittels der Verwerfungen verursachten unregelmässigen Oberfläche derselben dazu gezwungen

wurde, nach den durch die Verwerfungen resultirten Niveauverhältnissen dieser härteren Massen das Fjordbett auszugraben. Namentlich die aufragenden Grundgebirgspartien Ekebergs, Näsoddens, Slemmestadoddens und Nærnsätangens, sowie die Grundgebirgspartie Mölen—Ersvik, und die lange Grundgebirgslinie Näsodden—Hval-örerne scheinen diese Auffassung bestimmt zu beweisen.

Die Verwerfungen sind also, da wo sie vorhanden sind, insofern für die Fjordbildung von Bedeutung gewesen, als sie die Arbeit der Erosion auf bestimmte Weise regulirten, das Fjordbett des Kristianiafjords selbst ist aber durch die erodirenden Kräfte und zwar, wie die Tiefenverhältnisse und andere That-sachen beweisen, schliesslich durch die Erosion der Eiszeitsgletscher ausgegraben.

In voller Anerkennung der *indirekten* Bedeutung der Verwerfungen und Bruchspalten, sowie des ursprünglichen Felsenbaus für die Fjordbildung, muss ich also doch im Gegensatz zu Prof. Dr. Th. Kjerulf, dessen grosses Verdienst es ist, im Norden zuerst auf die allgemeine Bedeutung der Verwerfungen etc. aufmerksam gemacht zu haben, jetzt als das Resultat meiner Untersuchungen bestimmt präcisiren, dass die endliche und eigentliche Bildung der Fjorde, oder doch des Kristianiafjords und des Langesundsfjords, die einzigen bis jetzt in dieser Beziehung genauer untersuchten Fjorde, auf die Erosion hinzuführen ist*). Nur langsam und widerstrebend bin ich zu dieser Auffassung gekommen; die That-sachen haben mich aber überzeugt und können nicht anders gedeutet werden.

Die indirekte Bedeutung der Verwerfungen für die jetzigen Oberflächenverhältnisse des Kristianiagebiets ist zwar überall sehr durchgreifend, indem in so vielen ausgezeichneten Beispielen nachgewiesen werden kann, dass das Vorhandensein eines ausgesprochenen Thals, Sunds, eines Sees oder einer Depression in der Landschaft oder in dem Fjordboden fast durchgehends gleichzeitig das Vorhandensein einer Verwerfung angiebt; trotzdem ist es aber ebenso sicher überall die Erosion, welche die jetzt herrschenden Oberflächenverhältnisse durch ihre Arbeit geschaffen hat, indem z. B. diejenigen Schichten der Silurformation, welche jetzt in der Sandviksrinne und beiderseits derselben oder auf den Inseln des Kri-

*) Im Gegensatz zu meiner Auffassung hat Kjerulf z. B. in »Udsigt o. d. sydl. Norges geologi« P. 260 ausgesprochen: »tiefe Thäler, Seen und Fjorde liegen nicht als Aushöhlungen, welche dem weicheren Gesteine folgen« etc.

stianiafjords etc. entblösst sind, nicht dieselben sein können, welche, als die dort auftretenden Verwerfungen geschahen, die Oberfläche bildeten. Vergessen wir auch nicht, dass eine selbst sehr bedeutende Verwerfung keineswegs mit Nothwendigkeit z. B. einer Depression in der Landschaft entsprechen muss. So ist z. B. die Insel Gjelö im Vergleich mit dem gegenüberliegenden Festlande östlich vom Mossesunde relativ ca. 1350 M. gesunken, erhebt sich aber trotzdem in der Ramberghöhe und Björnåsen höher oder eben so hoch ü. d. M. als das anstossende Festland; die Erosion, welche von der relativ nicht gesunkenen Grundgebirgsoberfläche des letzteren die einmal überlagernden Schichten und Porphyrdecken in einer Gesamtmächtigkeit von ca. 1350 Meter entfernt hat, hat nämlich die nach der Verwerfung entstandenen Niveaudifferenzen nivellirt.

Der Kristianiafjord ist also, wie wir gesehen haben, fast in seiner ganzen Ausdehnung (ausgenommen vielleicht die Dröbaksrinne?) in den weicheren Schichtmassen der paläozoischen Formationen ausgegraben. Dasselbe gilt z. B. auch den Tyrifjord, Mjösen wenigstens z. Th., den Throndhjemsfjord etc.; in Schweden ist z. B. der grosse See Vettern, der See Hjelmaren, die Seen Boren und Roxen, der See Hummeln in Småland, der Locknessee in Jemtland etc. aller Wahrscheinlichkeit nach durch Ausgraben der einmal mittelst Verwerfungen eingesunkenen weicheren paläozoischen Formationen durch die Gletscher der Eiszeit gebildet. Die Verwerfungen haben auch hier nur dieselbe indirekte Bedeutung gehabt, und die Beobachtungen von dem Kristianiafjord scheinen eine weit ausgedehnte generelle Bedeutung zu haben*).

*) Hiermit soll natürlich nicht gesagt werden, dass die ausschliesslich in *härteren* Gesteinsmassen auftretenden Fjorde etc. ebenso durch Erosion und Entfernung *weicherer* Massen gebildet sind; die Bedeutung des ursprünglichen Baues sowie der Spalten und Verwerfungen muss in einzelnen, genau untersuchten Beispielen berücksichtigt werden, um über die Bildung derartiger Fjorde etc. eine bestimmtere Vorstellung zu gewinnen, was noch in keinem einzigen Falle versucht worden ist.

Die Bildungsgeschichte des Kristianiafjords*) wäre nach dem Obenstehenden also kurz zusammengefasst folgende:

Nachdem über die abrasirte (a) Oberfläche des zusammengepressten (1) Grundgebirges die paläozoischen Formationen in einigemmassen continuirlicher Verbreitung über das südliche Skandinavien zwischen dem Langesundsfjord und der Ostsee abgelagert und später noch gefaltet (2) und abrasirt (b), und nachträglich von der jüngeren Conglomeratplatte mit darüber ausgewälzten Porphyrdecken bedeckt waren, wurden durch eine Anzahl grösserer und kleinerer Verwerfungen innerhalb des Bezirks des Kristianiafjords diese Gegend in mehrere längliche gegenseitig verschobene Gesteinsplatten zerstückt und dadurch erhebliche Niveaudifferenzen der Oberfläche verursacht; diese Verwerfungen waren z. Th. gleichzeitig mit und gaben vielleicht selbst Veranlassung zum Aufpressen der mächtigen postsilurischen Granit- und Syenitmassen, welche (nur) westlich von dem Kristianiafjord zwischen Mjösen und dem Langesundsfjord verbreitet sind. Auch nachträglich haben beweislich von Zeit zu Zeit neuere Verwerfungen stattgefunden, z. Th. längs den älteren Spalten. Die durch die Verwerfungen unregelmässige unebene Oberfläche (NB. confer: »Basin range structure«, Russel) wurde wieder durch eine sehr durchgreifende Erosion nivellirt (c). Schliesslich haben die Gletscher der Eiszeit in der schon einigemmassen nivellirten Landschaft das Fjordbett eingegraben und z. Th. bis an die alte Grundgebirgsoberfläche ausgehöhlt (d), wobei offenbar die alten Verwerfungen eine durchgreifende *indirekte* Bedeutung bei der Ausbildung der jetzigen Oberfläche gehabt haben. So haben sowohl die gewaltigen Naturrevolutionen der Verwerfungen und Eruptionen als die langsam vernichtende Erosion zur Bildung der endlichen Form des Fjordbettes beigetragen.

Stockholm, Januar 1886.

*) Wie schon oben (P. 220) angedeutet, bildet der Kristianiafjord und seine Fortsetzung ja nur die östliche Grenze des grossen, durch Verwerfungen eingerahmten, im Ganzen eingesunkenen Landesstreifens zwischen dem Langesundsfjord und Mjösen, welcher durch das Auftreten der paläozoischen Formationen sowie jüngerer darauf beschränkter Eruptivmassen charakterisirt ist; was für die Bildung des Kristianiafjordes gilt, gilt mutatis mutandis auch diesem ganzen Landesstreifen.

En notis om Regalecus glesne Ascanius

ved

konservator **James A. Grieg.**

Tirsdag den 9de marts fandt nogle bønder ved Seimstranden, lidt nord for Bergen, en sildekonge, der lå på ca. 2 m dybt vand; først efter meget arbeide fik de den bragt i land og ind til Bergens museum; da der imidlertid var gået en uge hen før sildekongen kom i museets besiddelse, var den adskilligt beskadiget såvel af søen som af finderne; især var hovedet ødelagt, de enkelte ben faldt aldeles fra hinanden, nogle manglede også. Siden 1740, da den første sildekonge blev fundet ved vore kyster og beskrevet, er dette det 14de exemplar, som man med sikkerhed kjender til, der er altså gjennemsnitlig kun strandet et dyr hvert 10de år. Ved de engelske kyster optræder sildekongen forholdsvis hyppigere, idet der siden 1759 er strandet 20 individer o: gjennemsnitlig 1 hvert 6—7 år.

På den ved Seimstranden fundne Regalecus fandtes følgende mål:

Totallængde 249 cm
Hovedets længde 23 cm
Orbitas diameter 36 mm
Analåbningens afstand fra halen 64 cm.

	Totalhøide.	Sideliniens høide.
Ved pectoral	27 cm	14 cm
Mell. pect. og anal	38 —	11 —
Ved anal	34 —	9 —

Denne Regalecus bliver det mindste hidtil kjendte exemplar, da den knapt er 8 fod lang, og således noget mindre end et

individ, der i 1788 strandede ved Cornwall og som målte $8\frac{1}{3}$ fod (Day¹⁾). Den ved Vizagapatnam i 1788 fundne Gymnetrus Russelii Shaw²⁾ målte kun 2' 8", men da den kun denne ene gang er iagttaget og det desuden er usikkert, om Gymnetrus Russelii er identisk med vor nordiske Regalecus glesne, kan der ikke tages hensyn til den. Også i en anden henseende er den bergenske sildekonge interessant, idet den udmærker sig ved sin store højde, 38 cm; denne indeholdes nemlig næsten 7 gange i totallængden, medens forholdet ellers varierer mellem $\frac{1}{9}$ — $\frac{1}{13}$, falder det hos enkelte eksemplarer ned til $\frac{1}{15}$; på det ovenfor omtalte individ fra England var forholdet $\frac{1}{10}$, da høiden var $10\frac{1}{2}$ ".

Pectoralen havde 12 stråler, der alle var beskadigede i mere eller mindre grad. Nakkestrålernes antal synes at have været 13, desværre var både disse og bugfinnerne blevne afbrudte ved optagelsen af dyret, brudstykkerne var ikke tilvaretagne. Dorsalen, der på det friske dyr havde en vakker rød farve, havde 138 stråler ($125 + 13$); da der var revet et ca. 12 cm langt stykke ud af ryggen lige bag nakkestrålerne, antar jeg, at der ialt har været omkr. 145 stråler, muligens er dette tal sat for lavt, da der er brækket og afrevet flere stråler foruden den ovenfor nævnte molest.

Såsandt Lützens³⁾ antagelse, at dorsalstrålernes antal voxer med dyrets alder, holder stik, hvad man har al grund til at tro, er det ringe stråleantal hos dette dyr meget naturligt. Desværre er ikke strålernes antal angivet for den engelske regalek fra 1788; det havde været meget interessant at have kunnet sammenligne disse to omtrent ligestore dyr.

Af ventralerne var der kun brudstykker på resp. 7 og 3 cm længde.

Halespidsen ender, som normalt hos regalekerne, skråt afstumpet, på den yderste spids var der et lidet ar efter »sporen«, der som sædvanligt manglede.

Hovedets længde, 23 cm, udgjør af totallængden 11,7 gange, hvad der også er større end normalt; ifølge Lütken varierer forholdet mellem $\frac{1}{16}$ og $\frac{1}{21}$. Hovedet havde den for regalekerne typiske form. Ligesom de to ældre og større i Bergens museum

¹⁾ Day: The Fishes of Great Britain and Ireland. Vol. I, 1880, s. 222.

²⁾ Cuvier & Valenciennes: Hist. nat. des Poissons, tome X, 1835, s. 218.

³⁾ Lütken: Vidensk. meddelels. fra den naturhist. foren. i Kjøbenhavn. 1882, s. 216.

opbevarede sildekonger mangler også denne aldeles tænder. Det af prof. Collett omtalte tandapparat på første gjællebue synes at have omkr. 40 stråler, men da hovedet er meget beskadiget, er det ikke muligt at opgive et nøiagtigt tal. Desværre var tungen borte, da dyret kom til museet. Pupillen var rund og dybsort, iris derimod sølvhvid på det friske dyr. Den sølvhvide glindsende krop havde flere sorte tværbånd, hvoraf 5 større, der strakte sig over hele siden i skrå retning ovenfra nedad.

Denne sildekonge adskiller sig således kun fra den typiske *Regalecus glesne* ved sit forholdsvis større hoved, sin større høide og et ringere stråleantal i dorsalen, men da disse karakterer er meget variable, er der al grund til at anse også dette exemplar for en ægte *Regalecus glesne*.

Afstanden fra snudespids til anus er 188 cm eller 75 % af totallængden, men dette forhold er så abnormt, at jeg er tilbøielig til at tro, at et stykke af halen er afreyet, thi ifølge professor Colletts undersøgelser*) skal det normale forhold være $\frac{4}{10}$ af totallængden, medens det jo her er $\frac{3}{4}$. Normalt vilde dette dyr således antagelig have målt ca. 470 cm, en længde der ikke er urimelig, da man har fundet regaleker, som målte over 5 m. Der mangler altså ca. 221 cm af halepartiet. Hvad der end mere bekræfter den opfatning, at dyret er defekt, er, at forholdet mellem længde og høide bliver som 12 til 1 under den forudsætning, at denne regalek virkelig har målt 470 cm. Dette forholdstal er det almindelige hos de fleste complete individer. Der må dog bemærkes, at halepartiets rand var hel og glat med undtagelse af det friske brud på spidsen; halepartiets form nærmede sig mest til exemplaret fra Stavanger 1881.

Individet var en hun med vel udviklet ægstok. Den øvre del af tarmkanalen var tom, medens den nedre del indeholdt en gulbrun ubestemmelig vædske.

*) Collett: Kristiania vidensk. selsk. forh. 1883, no. 16.

Beretning om nogle forsøg i plantekultur på Island

af

landphysikus Schierbeck,

formand for det islandske haveveselskab.

Omendskøndt mine på Island anstillede forsøg med plantekultur endnu ikke er nåede til nogen end ikke foreløbig afslutning, føler jeg dog allerede nu trang til at fremkomme med en lille beretning om de forsøg, som jeg i denne retning har anstillet på Island i løbet af de sidste 3 år, idet jeg derved håber at vække interesse såvel for disse forsøgs fortsættelse, som også for havevæsenets udvikling i sin helhed på Island. Om vi end ikke kunne vente, at havevæsenets udvikling skal gå fremad med samme kæmpe-skridt her, som tilfældet har været i Norge i de sidste 30—40 år, så er det dog hævet over al tvivl, at der også her, ved flid og udholdenhed, kan gøres overordentlig meget for denne sag, der tilvisse fortjener ikke at ringeagtes, al den stund at havedyrkning i en forbausende grad kan forøge mængden og værdien af de i et land frembragte råprodukter. For Island, hvor der, ifølge naturforholdene, ikke kan blive tale om nogen regelmæssig eller udbredt kornavl, må havedyrkningen kunne blive af dobbelt betydning, eftersom den med fordel kan drives betydelig ud over de grænser mod nord, som naturen afstikker for kornavl. Også i sanitær henseende var det i høj grad ønskeligt, at de køkkenurter, som kunne trives på Island, dyrkedes her efter en langt større målestok end det nu er tilfældet, eftersom de afgiver en både sund og behagelig spise og, anvendt som almindeligt fødemiddel, sikkert vil være af stor betydning, til at formindske hyppigheden af den desværre endnu alt for ofte på Island forekommende skørbug.

Ligeledes er det sikkert, at både »turnips« og »bortfeldske roer« med stor fordel kan dyrkes på Island til kvægfoder og således bøde meget på fodermangel i de år, hvor vedholdende regnveir gør det vanskeligt at bjerge tilstrækkeligt meget hø til den lange vinter.

For nu efter bedste evne at fremme have dyrkningen på Island, er en del mænd, som har blik for denne sags betydning her i landet, trådte sammen til dannelsen af det islandske have selskab, der stiftedes i foråret 1885. Kontingentet som medlem er sat meget lavt, nemlig 20 kr. en gang for alle eller 1 kr. årlig. Som medlemmer optages også udlændinge, som på en eller anden måde måtte have lyst til at støtte have væsenets fremgang på Island. Selskabets første bestræbelser går ud på at forskaffe medlemmerne godt frø af de arter og afarter af planter, om hvilke erfaringen har vist, at de bedst kunne trives på Island. Vanskeligheden ved at forskaffe sig godt havefrø på Island må nemlig anses for en af de første hindringer for have dyrkningens udvikling her; thi intet svækker mere interessen og lysten til have brug end gentagne fejlslagninger af høsten. Tillige vil have selskabet søge at udbrede kundskab om de dyrkningsmåder af planterne, som erfaringen her på stedet har vist at være de hensigtsmæssigste på Island.

Forinden jeg nu går over til at omtale selve forsøgene, skal jeg tillade mig at forudskikke et par bemærkninger om det islandske klima som betingelse for plantelivet her.

Uagtet Island, i forhold til sin geografiske beliggenhed, høit imod nord (Reykjavik ligger på $64^{\circ} 9'$ n. b.), må siges i det hele taget at have et mildt klima, idet den årlige middelvarme for Reykjavik omtrentlig er den samme som f. eks. for Moskov, der ligger på $55^{\circ} 45'$ n. br. og omtrent en grad mildere end for St. Petersborg på omtrentlig 60° n. br., og en grad koldere end for Christiania også omtrentlig på 60° n. b., så må klimaet på Island dog alligevel betegnes som temmelig ugunstigt for plantelivet. At en lokalitets *årlige* middeltemperatur aldeles ikke kan benyttes som målestok for plantelivets mangfoldighed og kraft sammesteds, ses let ved en sammenligning mellem f. eks. Reykjavik og Thronthjem. Disse 2 byer, af hvilke Thronthjem ganske vist ligger lidt sydligere end Reykjavik, nemlig på $63^{\circ} 26'$ n. b., har på lidt nær ganske den samme årlige middeltemperatur af omtrent $+ 3\frac{1}{2}^{\circ}$ R. Men medens ikke blot mange slags skovtræer voxer udmærket godt ved Thronthjem, men også flere æblesorter der modnes godt,

og en betydelig mængde byg avles, så finder vi aldeles ingen tilsvarende yppighed i plantelivet ved Reykjavík, hvor der hist og her kun findes lidt vantreven birke- og pilekrat og i haverne i selve Reykjavík nogle ribsbuske og enkelte rønnetræer, der ikke synes at trives vel, men hvor der ikke kan være tale om, at et frugttræ skulde kunne friste livet i det frie, langt mindre blomstre og give moden frugt; i gode somre kan dog byg modnes ved Reykjavík. Norge er i det hele taget ganske anderledes begunstiget af naturen med hensyn til klima end Island; således avles der endnu på 70° n. b. i Alten præstegæld endel byg, og store skovtræer f. eks. fyrretræer indtil 30 alen høje og mere end 2 alen i omfang trives der. Årsagen til den store forskel, som således kan findes med hensyn til plantelivets udvikling på 2 steder med samme årlige middelvarme, må uden al tvivl for største delen søges i en forskellig fordeling på de to steder af hele den årlige varme på de enkelte årstider. Og det bliver da sommervarmen, som får den langt overveiende indflydelse for udviklingen af plantelivet på en lokalitet, hvormod vinterkulden i så henseende spiller en langt mere underordnet rolle. At det forholder sig således, og det ikke blot for etårige planter, som ikke kunne få tid til at udvikle sig og blomstre i en for kort og kold sommer, men også for træernes vedkommende, har jeg havt rig leilighed til at observere under mine forsøg på træplantning her. Et stort antal forskellige træsorter, som jeg om efteråret har forskrevet hertil fra Danmark eller Norge, udholder således, uden mindste skade, den islandske vinter, uden at være dækkede. Det følgende forår skyder de unge skud fra de yngste i udlandet dannede skud; men disse nye, på Island dannede skud, dør så godt som uden undtagelse bort den følgende vinter. Foråret efter skyder mange af disse træer atter unge skud fra de ældre grene eller fra roden; men også disse skud dør bort om vinteren, så at tilsidst forskellige træer og buske, f. eks. pilearter, lonicera- og spiræa-arter, her fører en lignende tilværelse, som planter med mellemstok, idet det overjordiske af dem ganske dør bort om vinteren, medens de om foråret skyder frem igen fra roden. Om sådanne træer og buske kan man da egentlig ikke sige, at de kan leve i landet, idetmindste kan de da ikke udvikle sig; thi det er indlysende, at kun sådanne træer kan trives, som kan skyde nye skud fra de i selve landet dannede skud. Uden derfor at ville benægte, at en så lang vinter, som den islandske, er skadelig for trækulturen her, må jeg dog søge hoved-

årsagen til, at trævæksten så dårlig lykkes på Island, i den kolde og korte sommer, som ikke tillader de nye skud at opnå en sådan kraft og modenhed, at de kan tåle selv en forholdsvis mild vinter; jeg er således overbevist om, at de på Island dannede unge træskud heller ikke vilde kunne udholde en dansk vinter; sommeren her er så kold og kort, at de unge skud ikke får tid til at berede sig på at modtage vinteren, der overrasker dem, medens de endnu er grønne og saftige og i fuld virksomhed. I god overensstemmelse med denne anskuelse finder vi da også, at middelvarmen om sommeren, for Reykjavík's vedkommende, angives til kun $+ 9,2^{\circ}$ R., medens den for Throndhjem er betydelig højere, nemlig $+ 12^{\circ}$ R. I al almindelighed har erfaringen, fra de forskelligste steder af jordkloden, da også fuldkommen godtgjort, at en lokalitet, med en om end temmelig kort så dog varm sommer, har et langt rigere planteliv, selv om vinteren der er streng, end en anden lokalitet med en mild vinter, men med en kold og kort sommer. Dog har ganske vist, afsed fra jordbundens beskaffenhed, også andre faktorer en betydelig indflydelse på, hvorvidt en eller anden plante kan trives på en bestemt lokalitet eller ikke. Det bliver således af ovenstående ikke klart, hvorfor rønnetræet (*sorbus aucuparia*) sikkert trives langt bedre på Akreyri, på $65^{\circ} 40'$ n. b., end i Reykjavík. Akreyri har nemlig, med en årlig middelvarme af 0 gr. R., en sommermiddelvarme af kun $+ 6$ gr. R., medens Reykjavík derimod, som ovenfor berørt, med en årlig middelvarme af $+ 3,3$ gr. R., har en sommermiddelvarme af $+ 9,6$ gr. R., og dog vokser rønnetræet på Akreyri op til anselige træer, med stammer tykkere end låret på en voksen mand, medens det ved Reykjavík kun netop synes at kunne friste livet. Muligens kan årsagen til denne tilsyneladende undtagelse fra reglen søges i luftens stærke saltholdighed ved Reykjavík under pålandsstorme, muligens i andre mig endnu ikke bekendte grunde. Da jeg antog, at sommervarmen på Akreyri dog muligvis i en kortere tid af sommeren kunde være stærkere end i Reykjavík, om end sommermiddelvarmen for hele sommeren, således som ovenfor anført, er betydelig højere i Reykjavík end på Akreyri, henvendte jeg mig til det meteorologiske institut i København, for at søge oplysning om disse forhold. De af institutets underbestyrer med stor beredvillighed afgivne oplysninger findes i nedenstående tabel over middelvarmen på Island, i særdeleshed for Reykjavík's og Akreyri's vedkommende. Som det vil fremgå ved gennemlæsning af tabellen,

ses det, at maximumsvarmen på Akreyri kan nå en betydelig større høide end i Reykjavík; men hvorvidt denne ene omstændighed kan være årsag til, at rønnetræernes skud modnes bedre der end her, skal jeg ikke for tiden fordriste mig til at afgøre; men det forekommer mig dog ikke umuligt, at det kan forholde sig således. Jeg skal i så henseende henlede opmærksomheden på den betydning, som varmen om efteråret må antages at have for den slettere eller bedre modning af træernes skud. Særlig skal jeg fremhæve forholdene for Septembermaaneds vedkommende. I treåret 81—84 ($\frac{1}{11}$ 81— $\frac{1}{11}$ 84) var, ifølge tabellen, middelvarmen for Sept. i Reykjavík $+ 7,4^{\circ}$ C., på Akreyri $+ 6,8^{\circ}$ C.: middelvarmen i Sept., for 3 år målt kl. 2 eftermiddag, var i Reykjavík $+ 8,8^{\circ}$ C., på Akreyri $+ 8,9^{\circ}$ C., og målt maximum for Sept. i 3 år ($\frac{1}{11}$ 81— $\frac{1}{11}$ 84) var i gennemsnit i Reykjavík $+ 12,3^{\circ}$ C., medens det på Akreyri var $+ 16,1^{\circ}$ C. For ret at kunne bedømme varmen på to forskellige lokaliteter og specielt dens betydning for plantelivet på disse steder, måtte der ikke blot tages hensyn til varmen målt i skyggen, således som man i almindelighed gør, men også til varmen målt i solen; sådanne undersøgelser, for Reykjavík's og Akreyri's vedkommende, er, såvidt mig bekendt, ikke til; men jeg skulde ifølge det, som er mig bekendt om varmen på disse to steder, være meget tilbøielig til at antage, at solvarmen på Akreyri er større end i Reykjavík, og under sådanne omstændigheder kunde det vel tænkes, at plantecellerne kunde modnes langt bedre på Akreyri, ved at udsættes for en, selv kortvarig, høiere varme, end i Reykjavík, ved at udsættes for en ensformig jævnere, men lavere temperatur.

I det hele taget synes Reykjavík ikke at være nogen heldig plads for forsøg over plantelivet på Island, og der er god grund til at antage, at en med kyndighed valgt lokalitet noget høiere oppe i landet vilde egne sig ganske anderledes heldig til sådanne forsøg end Reykjavík. Ligeledes er der god grund til at antage, at mine forsøg vilde have givet langt bedre resultater, hvis ikke netop idetmindste de to sidste somre havde været ganske usædvanlig kolde og korte; efter et meget lovende tilløb til forår i Aprilmåned, så fristende, at endog flere buske, f. eks. *lonicera cœrulea* og *tatarica*, lod sig forlede til at begynde deres virksomhed og havde fået små skud med næsten fuldt udviklede blade, kom der i Maimåned en isnende kulde med storm, der dræbte næsten alle de unge skud og udtørrede jorden, så at den lignede aske.

Middelvarme

		Jan.	Febr.	Marts	April	Mai	Juni
1°	<i>Reykjavík</i> (13 år).	—1,1	0,0	0,2	3,7	6,4	9,9
2°	<i>Reykjavík</i> ¹ / ₁₁ 81— ¹ / ₁₁ 84 (3 år)	—0,8	—0,4	0,3	2,7	4,6	8,9
3°	<i>Akreyri</i> ¹ / ₁₁ 81— ¹ / ₁₁ 84 (3 år).	—2,2	—2,7	—2,4	0,9	2,2	7,6
4°	<i>Hvammr</i> (27 år).	—3,8	—3,5	—3,2	0,3	3,6	7,6
5°	<i>Reykjavík</i> 2. p. m. i 3 år.	—0,3	0,2	1,1	4,5	6,4	10,4
6°	<i>Akreyri</i> 2. p. m. i 3 år.	—1,6	—1,8	0,4	2,8	4,2	10,3
7°	<i>Reykjavík</i> 1881						
M< maks. 8°	1882	8,2	8,2	5,0	9,9	16,0	14,5
	1883	8,1	5,6	7,6	13,5	10,2	14,6
	1884	7,1	6,1	8,8	9,9	15,4	11,8
	<i>Akreyri</i> 1881						
	1882	11,2	9,0	5,3	11,3	19,8	15,8
	1883	6,8	6,4	10,0	11,8	12,6	17,6
	1884	8,5	5,4	7,9	12,7	17,2	17,0

Kulden holdt sig til langt hen i Junimåned, og når så frosten igen kan begynde i August — således havde vi natten mellem den 11te og 12te August 1885 temperaturen under nul omkring Reykjavík — så må man også, efter islandske forhold, tilstå, at en sådan sommer er usædvanlig kort og meget lidet indbydende til at anstille forsøg over plantelivet. At klimaet holder sig mildt, ofte endog meget mildt, på Island lige til henimod jul, får vel betydning for opgørelsen af landets årlige middeltemperatur; men det spiller ingen rolle for plantelivet, der væsentlig standses eller tilintetgøres ved de enkelte tidlige frostnætter. Den årlige middel-

Celsius.

Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	Vinter	Vår	Sommer	Høst	År
11,8	11,0	8,2	4,2	1,2	—1,0	—0,7	3,4	10,9	4,5	4,5
11,5	9,6	7,4	4,4	1,3	—1,1	—0,8	2,3	10,0	4,4	4,0
9,1	7,4	6,8	2,8	—0,7	—2,5	—2,5	0,2	8,0	3,0	2,2
9,3	8,7	5,5	1,5	—1,2	—3,1	—3,5	0,0	8,5	1,9	1,8
13,2	11,0	8,8	5,6	1,8	—0,8	—0,3	4,0	11,5	5,4	5,2
11,3	9,5	8,9	4,5	—0,3	—2,4	—1,9	2,2	10,4	4,4	3,8
				7,5	6,6					
16,6	13,0	11,6	11,4	5,7	5,4					
18,0	14,1	13,1	9,4	8,7	6,6					
19,5	15,6	12,1	7,8							
				5,4	6,5					
17,3	14,3	16,0	14,6	4,6	4,4					
23,8	14,5	14,1	16,5	9,0	9,8					
20,5	17,6	18,8	9,0							

varme omkring Reykjavík, der i og for sig vilde være mere end tilstrækkelig for udviklingen af et rigt og kraftigt planteliv, bliver utilstrækkelig ved den særlig uheldige fordeling af varmen på de enkelte årstider, således som det uheldigvis finder sted på Island. Moskø, med $+ 14$ gr. R. sommervarme og $\div 8$ gr. R. vintertemperatur, er i denne henseende uendelig bedre stillet end Reykjavík, med $+ 9,6$ gr. R. sommervarme og $\div 3,3$ gr. R. vintertemperatur, men med samme årlige middeltemperatur som Reykjavík.

Som en for plantelivet i de nordlige lande særlig gunstig betingelse har man nævnt den rigelige mængde lys, som bydes

planterne i disse lande om sommeren, når solen er på himlen foruden om dagen tillige en stor del af natten. Uden i nogen henseende at ville bestride lysets store betydning for alle høiere planters udvikling, og uden at ville betvivle den overraskende indflydelse, som de lyse nætter på andre lokaliteter skal have på den hurtighed, hvormed planterne udvikle sig, må jeg dog tilstå, at jeg endnu ikke her i Reykjavík har sporet nogen synderlig virkning af de lyse nætter i retning af at påskynde plantevæksten. Man må ikke glemme, at lyset, for de høiere planters vedkommende, dog kun er en af betingelserne for plantevæksten; men at det bliver aldeles uden betydning for væksten, når der ikke samtidig bydes planterne en passende varme og fugtighed. Men det er netop disse betingelser og da i særdeleshed varmen, som her har manglet til langt hen i Julimåned. Her i haven var således, for at nævne et eksempel, Karse (*lepidium sativum*) udsat for lyset hele Juni og Julimåned, men voksede dog kun yderst langsomt. Den spirede i begyndelsen af Junimåned og var i slutningen af Juli endnu kun 4" høi, medens denne plante ellers som bekendt vokser meget hurtig, når den får nogen varme; fra slutningen af Juli og i hele August, da den dog fik nogen varme, medens nætterne blev mørke, voksede den godt og nåede en høide af 22—26". I en forsommer, som den i 1885, da der kun faldt lidt regn, så at jorden ofte var tør som aske, var de lyse nætter endog lidet heldige for plantelivet, fordi der som bekendt kun falder liden eller ingen dug om natten, medens nætterne er lyse, hvilket dog ellers kunde have bødet lidt på regnmængden.

Forsøgene er anstillede i min have her i Reykjavík, der er indhegnet med et næsten 3 alen høit plankeværk og er mellem 3 og 4000 □-alen i størrelse. Haven har tidligere været benyttet som kirkegård, men i ca. 40 år henligget som dyrket græsmark inden den blev anvendt til have. Muldlaget er omtrent 2 alen høit og hviler på et rullestenslag, der antages for at være gammel havbund. Mulden indeholder en stor mængde organiske bestanddele: den glødede Finjord udgør efter et par analyser 53 %. Jorden er rig på jerntvrilte og lerjord; hvormeget der findes af disse stoffer, har jeg ikke havt leilighed til at lade undersøge. Den omstændighed, at jorden har henligget så længe brak, uden at luften har havt tilstrækkelig adgang til den under grønsværen liggende muldjord, har vist sin uheldige indflydelse på flere af mine planteforsøg, således f. eks. på byg. Byg, som blev sået i

jord, der lige før udsæden var berøvet sit gamle grønsvær, blev kun neppe halv så høi som byg, der på samme dag blev sået i jord, som havde været kultiveret i et år, og satte slet ingen aks. Jeg skal her bemærke, at mine i sommeren 1883 gorte forsøg, ikke fandt sted i denne have, men i en anden vel kultiveret, men mindre godt indhegnet, som jeg havde fået stillet til disposition den første sommer. Uagtet haven nu er godt indhegnet, har nordenvinden dog ved flere leiligheder vist sin skadelige virkning. Således sås denne på et stykke, tilsæt med hamp, som stod i retningen fra nord til syd. i en strækning af omtrent 10 alen. Medens planterne mod NO kun blev 9" høie og havde ganske små blade, blev de efterfølgende planter høiere og høiere, så at de længst mod sydvest stående nåede en høide af indtil 4' og havde 5 til 6 gange større blade; og jeg er overbevist om, at hvis det såede stykke hamp havde været længere, vilde de længst mod syd stående planter været blevne endnu høiere og kraftigere. Ligeledes sås virkningen af nord- eller nordostvinden på et parti graner (ca. 300), som var udplantede på et firkantet stykke jord med læ mod nord af en jordvold; nordenvinden kom ind ved den østlige ende af volden og dræbte alle graner efter en lige linie fra nordost til sydvest; af de øvrige træer overlevede dog en del, rigtignok i en mere eller mindre kummerlig tilstand, vinteren 1883—84 på friland uden dække. Endskønt mine forsøg over plantekulturen på Island endnu langt fra er afsluttede, vil jeg dog ikke undlade allerede nu at bringe min erkendtlige tak til de mænd i udlandet, som mest har stået mig bi i denne sag. Først må jeg nævne min trofaste ven prof. *Schübel* i Christiania, som med stor kærlighed og opofrelse har hjulpet mig både med råd og dåd; ham skylder jeg den langt overveiende del af frøet til forsøgene. I det hele har jeg fra ham modtaget 702 forskellige sorter frø. Forskellige omstændigheder har medført, at resultatet af dyrkningen af disse mange sorter endnu ikke er bleven meget stort; men noget er allerede indvundet til fordel såvel for køkkenhaven som for pryplanterne, og uden al tvivl vil der, ved fortsat dyrkning, opnåes meget mere. En større del af træerne har jeg selv bekostet, men værdifulde bidrag såvel af træer som af andre planter har jeg modtaget fra hr. slotsgartner ved Rosenborg kongelige driverihave *Tyge Rothe* og fra hr. docent i botanik ved landbohøiskolen i København *Carl Hansen*. Fra min ungdomsven hr. handelsgartner *N. Møllgård* i København har jeg ligeledes modtaget mange sær-

deles værdifulde sendinger af planter, ligesom han har været min utrættelige agent for Danmarks vedkommende. Ligeledes må jeg ikke glemme at takke det forenede dampskibsselskab i København, som siden sommeren 1884 har besørgt alle planter og alt frø fra Danmark og Norge til mig uden betaling.

Forsøgene, som jeg nu går over til at omtale nærmere, har jeg inddelt i fire grupper, således at først vil blive omtalt forsøgene med træer og buske, dernæst med køkkenplanter, så med blomsterplanter og endelig med en lille gruppe af planter, som det har været vanskelig at indordne i de andre grupper, og som jeg derfor har kaldt: »Forsøg med dyrkningen af korn, vikker o. s. v.«, samt af nogle andre nytteplanter. Indenfor de enkelte grupper har jeg ordnet navnene alfabatisk, for at lette oversigten, endskønt derved planter, som helst skulde have stået sammen, undertiden er blevne skilte fra hinanden.

I.

Forsøg med træer og buske.

Ahorn. *Acer campestre*. — *Acer obtusatum*. — *Acer platanoides*.
Acer Pseudoplatanus. (3 og 4-årige).

Ahornarterne skød næsten ingen skud det første år, men, efterat have overvintret på friland, har såvel *campestre* som *Pseudoplatanus* skudt indtil 7" lange skud fra grenene.

Jeg antager, at flere ahornarter vil kunne trives på beskyttede lokaliteter her i landet.

Hestekastanie. *Aesculus Hippocastanum*. (4-årige).

Er alle døde. Frø af denne plante (hestekastanier) kan tåle at ligge vinteren over i jorden her på Island, uden at dø; de unge planter spirede om foråret 1884 den 27 mai, men døde alle bort den første vinter.

Berberis. *Berberis vulgaris*. — *Berberis canadensis*. — *Berberis caroliniana*.

Disse buske skyder kun svage skud fra roden. *B. vulgaris* dog skudt lidt fra grenene. De synes ikke at kunne trives land.

Birk. *Betula Gmelini.* — *Betula intermedia.*

Udgået.

Har forsøgt at indplante i haven et mindre antal (12) af den på Island vildt voksende *Betula intermedia*.

Endskøndt planterne havde gode rødder og skød blade og små grene første år, er de dog nu alle bortdøde. Jeg beklager, at jeg ikke endnu har fået leilighed til at anstille mere omfattende forsøg med birk.

Klematis. *Clematis vitalba.*

Dør bort til roden om vinteren, men denne overvintrer på friland og skyder smukke skud i løbet af sommeren.

Kornel. *Cornus mascula & sibirica.*

Har skudt 4" lange skud i sommer, men endnu ikke overvintret.

Hasselnød. *Corylus avellana.* — *Corylus tubulosa.*

Skyder små skud fra roden i nogle år, men dør så bort. Egner sig ikke til plantning på Island.

Kvædemispel. *Cotoneaster vulgaris.*

Udgået.

Tjærn. *Cratægus oxyacantha.* — *Cratægus betulæfolia.* — *Cratægus coccinea.* — *Cratægus rotundifolia.* — *Cratægus nigra.*

Oxyacantha og *coccinea* skyder indtil 20" lange skud fra nederste del af stammen; men skuddene dør bort om vinteren. De øvrige sorter er ganske bortdøde.

Jeg har havt min opmærksomhed særlig henvendt på sådanne planter, som *Cratægus*, *Berberis*, *Ribes divaricatum* og flere andre, i det håb at kunne finde en plante, som egnede sig til levende hegn på Island; men alle forsøg i denne retning er hidtil mislykkede.

Kvæde. *Cydonia vulgaris.*

Små skud fra roden, som dør bort om vinteren.

Egner sig ikke til dyrkning på Island.

Guldregn. *Cytisus Laburnum et alpinus.*

Laburnum er udgået.

Af alpinus såede jeg den 29 April 1884 en del frø fra prof. Schübeler; de unge planter kom op samme år den 3. juni, har overvintret uden dække på friland (84—85). I sommeren 1885 har de givet 3—4" lange skud. Denne plante synes altså ganske lovende for Island.

Diervilla. *Diervilla canadensis.*

Udgået.

Deutzia. *Deutzia crenata.*

Har endnu ikke overvintret.

Benved. *Evonymus europæus.*

Skyder små skud fra stammen, som dør bort om vinteren.

Forsythia. *Forsythia ?*

Udgået.

Ask. *Fraxinus excelsior.* — *F. Ornus.* — *F. pubesceus.* — *F. heterophylla.*

Alle udgåede uden engang at skyde et eneste skud.

Visse. *Genista sagittalis.*

Udgået.

Liguster. *Ligustrum vulgare et ovalifolium.*

Kan overvintre på friland og skyder fra grenene, men trives dog ikke rigtig godt. Er en hegnplante.

Gedebblad. *Lonicera cœrulea.* — *L. tatarica.* — *L. tat. elegans.* — *L. floribunda.* — *L. Douglasii.* — *L. Caprifolium.* — *L. Periclymenum.* — *L. Xylosteum.* — *L. Ledebouri.* — *L. chrysantha.*

Cœrulea overvintrer meget godt på friland, skyder unge skud fra de på Island dannede smågrene og blomstrer allerede i begyndelsen eller midten af junimåned på friland.

Flere af de andre *Lonicera*-arter, f. eks. *Douglasii*, *chrysantha*, *Ledebouri* er ganske bortdøde. Andre, f. eks. *tatarica* og *Caprifolium*, *Periclymenum*, skyder hvert år fra grenene og stammen, så at der dog i løbet af sommeren dannes en lille grøn busk.

Bukketorn. *Lycium europæum*.

Overvintrer godt og giver mere end alenlange skud. Har blomstret på Island i slutningen af juli 1884.

Myricaria. *Myricaria germanica*.

Har i sommeren 1885 givet 12 à 14" lange skud med blomster. Den har endnu ikke overvintret på Island.

Poppel. *Populus candicans*. — *P. nigra betulæfolia*. — *P. alba argentea*. — *P. laurifolia*.

Candicans skyder hvert år fra stammen og de ældre grene, men skuddene dør bort om vinteren. De andre *Populus*-arter har endnu ikke overvintret på Island.

Pibeved eller vild Jasmin. *Philadelphus floribundus*. — *Ph. speciosus*. — *Ph. pubescens*. — *Ph. tomentosus*. — *Ph. Zeiheri*.

Har kun skudt små og svage skud og synes ikke at kunne trives på Island.

Pære. Æble. *Pyrus Malus*. — *P. floribunda*. — *P. baccata præcox*.

Alle udgæede.

Eg. *Quercus ruba*. — *Q. cerris*.

Alle udgæede.

Ribs. *Ribes rubrum*. — *R. Grossularia*. — *R. nigrum*. — *R. alpinum*.

Ribes rubrum, almindelig ribs, er den dyrkede busk, som bedst trives på Island; dog vil vistnok den ovenomtalte *Lonicera coerulea* være ligeså hårdfør. Ribsbuskene opnår samme størrelse på Island som i Danmark og Norge. Bærrene bliver dog ikke modne hvert år i Reykjavik. Også på Akreyri skal bærrene kunne modnes. Ribsbuskene kan også her på Island formeres på friland ved stiklingen, som ikke behøver at dækkes om vinteren.

Ribes Grossularia, stikkelsbærbusken, synes ikke at være så hårdfør som dens nære slægtning ribsens. De unge skud fryser lettere bort om vinteren. Jeg har endnu ikke set bær på stikkelsbærbuskene her.

Ribes nigrum, solbær, trives ligeså godt som ribs.

Ribes alpinum, der er en buskplante, trives vel nok på Island, men er ikke så hårdfør som den almindelige ribs.

Veitorn. *Rhamnus latifolia* et *angustifolia*.

Alle udgåede.

Rose. *Rosa Fischeriana*. — *R. fraxinifolia*. — *R. rubrifolia*.

De her anførte 3 rosenarter har overvintret her på friland uden dække idetmindste i 2 vintre. De yngste grene dør vel for en del bost om vinteren, men busken skyder dog en mængde kraftige 14 à 18" lange skud om sommeren, så at der navnlig af *rubrifolia* dannes en smuk busk. Ingen af dem har endnu blomstret her i haven.

Pil. *Salix purpurea*. — *S. incana*. — *S. rubra*. — *S. pendula*. — *S. latifolia*. — *S. viminalis*. — *S. japonica*. — *S. babylonica*.

De hidtil prøvede pilearter har ikke vist sig synderlig heldige på Island. De dør bort til stammen eller roden, men skyder næste år 12 à 14", undertiden længere skud, der dog alle dør bort om vinteren.

Sort hyld. *Sambucus nigra*.

En halv snes eksemplarer heraf er udplantede her i haven i foråret 1885; de har skudt alenlange skud og blomstret i september. Har endnu ikke overvintret.

Røn. *Sorbus aucuparia*. — *S. græca*. — *S. Hostii*. — *S. scandica*.

Aucuparia trives, som ovenfor omtalt, meget godt ved Akreyri, men ikke nær så godt ved Reykjavík.

Uden al tvivl vil *sorbus aucuparia* på Island kunne danne hele småskove, når de unge planter fredes på passende lokaliteter. *Græca* og *Hostii* er langt mindre hårdføre.

Scandica synes derimod at være en god sort for Island, når sommeren ikke er altfor kort og kold. Vinteren 1883—84 overvintrede ca. 50 fra Danmark i foråret 1883 forskrevne 3-årige eksemplarer af denne sort uden dække på friland; om foråret skød alle disse unge planter 12—17" lange, kraftige skud fra selve endeknopperne, altså fra de på Island i sommeren 1883 dannede skud. Sommeren 1883 var jo også en ret god sommer, efter islandske forhold. Vinteren mellem 1884—85 døde rigtignok alle de i 1884

dannede skud bort igen; i sommeren 1885 har planterne påny skudt 14 à 16" lange skud fra stammen. Jeg antager, at *sorbus scandica* vil vokse næsten ligeså godt på Island som *aucuparia*.

Spiræa. *Spiræa ulmifolia*. — *Sp. obovata*. — *Sp. Douglasii*. — *Sp. semperflorens*.

Af de her anførte 4 spiræa arter har *Douglasii* været den bedste. Den skyder næsten alenlange skud i løbet af sommeren; den lider meget af blæsten; skuddene dør bort om vinteren.

Pimpernød. *Staphylea pinnata*.

Dør bort hver vinter næsten til roden, men kommer hvert forår igen med små skud.

Syren. *Syringa vulgaris*.

Dør helt bort om vinteren, men skyder en stor mængde rodskud om foråret.

Snebær. *Symphoricarpus racemosa et vulgaris*.

Har endnu ikke overvintret på Island.

Tamarix. *Tamarix gallica et tetandra*.

Udgåede.

Kvalkved. *Viburnum nudum*.

Udgået.

Nåletræer. *Coniferæ*.

Picea (Abies) alba. Hvidgran.

100 3-årige planter er udplantede i år₁₈₈₅ og har skudt ganske godt i sommer, men de har endnu ikke overvintret.

Picea (Abies) excelsa. Rødgran.

I foråret 1884 udplantedes ca. 300 3-årige rødgranplanter i en firkant, beskyttede mod nord af en næsten 1½ alen høj jordvold og mod vest af et ca. 3 alen høit plankeværk. I løbet af sommeren udviklede de unge planter sig godt og skød allesammen unge skud som fortsættelse af stammen, hvoraf nogle blev 8" lange. Men i løbet af vinteren gik de fleste ud og kun omtrent 30 stykker, som stod nærmest ved volden og plankeværket, overvintrede i en mere eller mindre kummerlig tilstand. Nordenvinden viste således,

som ovenfor berørt, sin skadelige indflydelse derved, at de planter, som stod mod nord døde først, efter en næsten lige linie fra nord til sydvest.

I foråret 1885 udplantede jeg pany ca. 500 unge planter, dels rød- dels hvidgran. Jeg har nu truffet foranstaltninger til at beskytte dem mod kulde og blæst i den kommende vinter, i det håb, at de skal blive stærkere og hårdførere for fremtiden, når de ved beskyttelsesmidler har fået leilighed til i 2 somre at fæste rødder, inden de udsættes for klimaets hele barskhed. Til at beskytte dem, er der bleven opført flere jordvolde også mod øst, og fra den ene vold til den anden er der lagt bjælker og der over bastmætter og lyng, så at der nu er dannet et tag over dem, medens der er åbent mod syd.

Pinus silvestris. Almindelig fyr.

Et mindre antal fyr er plantet i foråret 1885. De har skudt indtil 7" lange, kraftige skud i løbet af sommeren.

Larix europæa. Lærk.

Et lille antal lærketræer, som plantedes i foråret 1884, er alle udgåede i løbet af vinteren mellem 84 og 85.

Foruden disse forsøg med plantning af træer, har jeg udsået en stor mængde træfrø af mange forskellige arter, deriblandt et meget smukt sortiment af sorbusarter, der skyldes docent *Hansen* i København. Fra prof. *Schübeler* har jeg ligeledes modtaget og sået en stor mængde frø af træer og buske, af hvilke en mindre del er kommet op. Jeg skal ikke trætte læseren med at opregne alle disse forskellige navne, men kun nævne et par af de vigtigste af dem, som er komne op nu:

Syringa vulgaris kom op den 26. juni 1884. Er alle døde om vinteren.

Cytisus alpinus kom op den 3. juni 1884. (Er foran omtalt som meget lovende).

Cytisus Alschingeri kom op den 26. juni 1884. Er alle døde om vinteren.

Ribes divaricatum kom op den 19. juni 1885. Prof. *Schübeler* har sendt mig denne ribesart, for at forsøge den som hegnplante; den er kommen udmærket godt op, men nu må tiden vise, om den er hårdfør nok. I Norge vokser den endnu på 69° 40' n. b.

Rubus Idæus kom op den 5. juni 1885.

Sambucus racemosa kom op den 6. juli 1885.

Caragana arborescens kom op den 28. juni 1885.

Colutea arborescens kom op den 3. juli 1885.

I kold bæk har jeg forsøgt dyrkningen af forskellige roser, som alle er lykkedes godt; dog har de havt en del besvær med at udfolde blomsterne af mangel på tilstrækkelig sol. Nogle arter har lidt meget af meldug, således f. eks. geant des batailles og general Jacqueminot. Meget smuk og rigblomstrende har følgende sorter været:

Hermosa (*Rosa burbonica*).

Louise Odier (*Rosa hybrida remont.*).

Gloire de Dijon (*Rosa indica odorata*).

General Jacqueminot (*Rosa hybrida remont.*).

Så godt som hele samlingen er en gave fra handelsgartner *Møllgård* i København.

I varm bæk har jeg i år forsøgt at dyrke vinstokken, af hvilken særdeles smukke og kraftige unge eksemplarer blev mig forærede af slotsgartner *Rothe*; vinstokken skød imidlertid kun henimod en halv alen lange og tynde skud, så at forsøget helt måtte opgives da varmen i bænken aftog.

II.

Forsøg med dyrkning af køkkenurter på Island.

Allium ascalonicum. Skalotløg. Norske skalotløg fra prof. Schübeler har jeg dyrket i 2 år. Løgene har været fine og vel-smagende, af størrelse som nødder eller små valdnødder.

Allium porrum. Porreløg. Har neppe nået tykkelsen af en lille finger, da nattekulden først meget sent har tilladt udplantningen.

Allium sativum. Hvidløg. Dyrket i 1885; løgene blev en del større end skalotløgene.

Allium schœnoprassum. Græsløg. Trives som bekendt meget godt på Island.

Anethum graveolens. Dil. Blev sået 26. mai, spirede 12. juni, blomstrede 20. august. Planten bliver næsten 1 alen høj. Frøet blev ikke modent.

Anthriscus cerefolium. Kjøvel. Trives godt på Island. 1885 blomstrede den først i begyndelsen af august.

Apium graveolens. Selleri. Planten vokser ganske godt til, bladene udvikles godt og er meget krydrede og aromatiske på suppe eller spist som salat. Der dannes ingen knolde.

Beta vulgaris. Rødbede. Af rødbeder har jeg prøvet mange forskellige sorter, men hidtil er det ikke lykkedes mig at få roden tykkere end omtrent 1" i gennemsnit. Sommeren 1884 så jeg i landbohøiskolens have en såkaldt ægyptisk rødbede, der af form ligner en mairøe.

Det i 1885 af denne sort prøvede frø har heller ikke givet noget godt resultat; vel blev rødderne lidt tykkere end de andre sorters, men mange af planterne havde tilbøielighed til at løbe i frø, skønt de ikke stod for tæt.

Brassica Napus rapifera. Kålraabi. Kålraaben er og vil rimeligvis altid vedblive at være den mest dyrkede køkkenplante på Island. I mange haver dyrkes den udelukkende. I gode somre lykkes den ganske godt på Island, ved udsæd på blivestedet, men ofte mislykkes den ganske eller tildels. Kålraaben dyrkes på Island på den måde, at frøet såes på blivestedet og de opkomne planter udtyndes der, hvor de stå for tæt. Undertiden har man igen plantet de unge planter, som man har fået ved udtyndingen, på de steder, hvor frøet var kommet mindre godt op. Disse omplantede planter lykkes i reglen mindre godt end de såede, eftersom de i den korte sommer ikke får tid til igen at indhente den standsning i vækst, som de har lidt ved omplantningen. Når kålraaben mislykkes på Island, skyldes det væsentligst den korte sommer; men da de forskellige kålraabisorter langt fra behøver samme tid og samme varmemængde til udvikling, kan man hjælpe meget på ud sigterne til en god høst derved, at man forskafter sig frø af sådanne former, som udvikles hurtigst. Ved at prøve frø af en halv snes forskellige kålraabisorter, har jeg fundet, at den såkaldte throndhjemske kålraabi (prof. Schübeler har sendt mig frøet) uden sammenligning er den for Island bedst skikkede, hvorimod f. eks. dansk og tysk frø — selv om det i og for sig er godt, spiredygtigt frø — langt fra giver så godt udbytte på Island. Men selv den throndhjemske kålraabi mislykkes mere eller mindre på Island, når sommeren er dårlig; for altså at sikre sig et godt resultat af kålraabidyrkningen også i dårlige somre, må man yderligere forsøge på ved kunst at forlænge den tid, som bydes de unge planter til udvikling. Et

sådan middel har man deri, at man planter unge, kraftige planter på samme tid, som man ellers pleier at så. Ved en sådan dyrkningsmåde anser jeg høsten af kålrabi på Island for sikret, selv i dårlige somre. Det er som sagt af stor betydning, for at vække og vedligeholde interessen for havevæsenet på Island, at denne, den her hyppigst og ofte i mange haver udelukkende dyrkede plante, giver en god høst. I foråret 1885 foretog jeg følgende forsøg med udsæd og udplantning af throndhjemske kålrabi på samme tid og sted. I midten af april såedes i en varm drivbænk throndhjemseke kålrabi, og blev de unge planter tjenlige til udplantning i slutningen af mai. Den 22de mai blev de udplantede — omtrent en fjerdedel af roden bortskares — i frisk gravet jord og samme dag såedes throndhjemseke kålrabi i den anden ende af bedet. Resultatet af dette forsøg har været, at de plantede kålrabiplanter udvikledes langt bedre end de såede; roden af de plantede nåede et omfang af ca. 16", medens de såede i denne dårlige sommer, da kålraben mislykkedes mange steder, neppe blev 7" i omfang. Ved udsæd i drivbænk og senere udplantning på den tid, da man ellers sår, mener jeg at kunne opnå flere fordele fremfor udsæd på stedet; således vil sommeren så at sige kunne forlænges med over 1 måned; de plantede kålraber får lettere herredømmet over ukruddet end de såede, og endelig undgår man den skadelige løsning af de unge planters rødder, som så let opstår, når man skal udtynde de tætstående, såede planter. Det var ønskeligt om der på forskellige steder af landet, f. eks. ved skolerne, blev gjort videre forsøg med kålrabi og rodfrugtdyrkning efter denne methode, da en udbredt dyrkning af disse planter vil kunne få betydning for landets hele økonomi.

Brassica Rapa rapifera. *Hvideroer, Mairoer, Næpur.* Mairoen trives meget godt på Island; udsæede den 2. juni var de spiselige i slutningen af juli, omtrent 1½" i gennemsnit; de når senere en betydelig størrelse og kan veie langt over 1 Pund stykket.

Af de store, til kvægfoder dyrkede, roearter har jeg forsøgt *turnips* (White Globe). Skøndt sommeren 1885 var meget dårlig, nåede dog mange turnipsplanter en vægt af 4 Pund. De blev behandlede og udplantede på samme måde

som kålrabiplanterne. Turnipsdyrkningen fortjener at nå en stor udbredning på Island.

Også den *bortfeldske roe* kan med stor fordel dyrkes på Island og anvendes såvel i husholdningen som også til kvægfoder. I sommeren 1885 avlede jeg på 19 □-alen jord 90 Pund bortfeldske roer. De bortfeldske roer bør såes på blivestedet og må ikke stå for tæt.

En særdeles velmagende roe er *Teltower roen*. Jeg har dyrket den af tysk frø (fra prof. Schübeler), som lykkedes meget godt. Roerne blev 6" lange og 2" i gennemsnit.

Brassica oleracea botrytis cauliflora. Blomkål. Blomkålen kan i ikke altfor dårlige somre give et meget godt udbytte på Island. Hovedet er hvidt og fast og kan nå en ret betydelig størrelse. Det er dog ikke hvert år, at blomkålen kan nå at komme til udvikling på Island; ikke så ganske sjelden kommer frosten for tidlig; dog skal man ikke altfor tidlig opgive håbet om noget udbytte i en sådan sommer, eftersom blomkålen kan tåle 4 à 5° frost i et par nætter og dog udvikle sig noget igen ovenpå, hvis der kommer mildere veir igen i nogen tid, således som tilfældet var 1885.

Brassica oleracea acephala. Grønkål. Grønkålen trives ganske godt; dog bliver den langt fra så stor i bladene og så tyk i stammen som f. eks. i Danmark. I min have har den ikke ganske overvintret, men holdt sig grøn og frisk til noget efter jul, da den så er død bort; det er dog mulig at den har overvintret på andre steder af Island.

Brassica oleracea capitata obovata. Spidskål.

» » » **bullata.** Savoikål. Spidskål fra Stenkjær i Norge (prof. Schübeler), har, sået i bænk og udplantet, givet ret gode småhoveder. Det samme gjælder om savoikålen. I gode somre vil velvalgte sorter af spidskål, f. eks. Tom Thumb, der, ifølge prof. Schübeler, er en meget tidlig sort, vistnok kunne give ret godt resultat; men jeg tvivler meget om, at dyrkningen af hovedkål i det hele taget vil lykkes på Island efter nogen større målestok; dette gælder endnu mere om

Brassica oleracea capitata alba. Hvidkål og

» » » **rubra.** Rødkål. Disse 2 sorter har jeg forsøgt i de bedste afarter fra prof. Schübeler, og anvendt alle kunstens regler på dem, idet de har været såede i varm

bænk, omplantet eller priklet i halvvarm bænk og så først udplantet som udmærket store og kraftige planter; men alt forgæves; der kommer store blade, men der bliver ingen tid til at sætte hoveder.

Cochlearia armoracia (Armoracia sativa). Peberrod. Vokser udmærket godt på Island; 2 år gamle planters rod har nu en tykkelse af næsten 1" i gennemsnit. Hvis der i det hele taget var mere brug på Island for peberrod i husholdningen end der nu for tiden er, vilde dyrkningen af denne plante lønne sig godt. Dyrket i det store er det muligt, at det kunde lønne sig at dyrke den til udførsel til sådanne lande, hvor peberroden er meget efterspurgt og jorden kostbar; den må nemlig, som bekendt, helst ligge 2 à 3 år i jorden inden den optages.

Som et meget godt middel mod skørbug var det ønskeligt, at peberroden fandt en udbredt dyrkning på Island.

Daucus carota. Gulerod. Guleroden vil vist næppe finde nogen større udbredelse på Island, da den ikke trives godt. De største gulerødder, som jeg har fået, har været af en fingers tykkelse; de sorter, som bedst lykkes, synes at være den Hornske Carotte og Nantes-gulerod. I år har jeg, efter prof. Schübeler's råd, forsøgt at så i september og lade frøet ligge vinteren over i jorden.

Eruca sativa. Eruca. Sået 26. mai, spiret 1. juni, blomstret 28. juli.

Helianthus tuberosus. Jordæble. Fra docent Hansen ved landbohøiskolen har jeg flere gange fået sendt knolde, ligeledes en gang fra prof. Schübeler; men forsøgene må kaldes ganske mislykkede. Planterne blev omtrent 18" høje, men der var kun svage spor af knolde under dem.

Lactuca sativa. Salat. Vokser særdeles godt på Island og sætter store hoveder.

Lepidium sativum. Karse. Kan nå en højde af 30" på Island; den har endnu ikke givet modent frø her i haven. I 1883 sået 26. mai, spiret 31. mai, blomstret 10. juli, næsten modent frø i august.

Oxyria elatior. Syre. Sået den 26. mai, spiret 10. juni, døde bort om vinteren.

Pisum sativum. Ært. Dyrkningen af haveærter gav bedst resultat 1883, da sommeren var bedre end de følgende, i hvilke ærterne næsten ganske mislykkedes. 1883 forsøgte jeg føl-

gende sorter: meget tidlig amerikansk dværg-pilært, marvært »American Wonder« og sabel-sukkerært.

Af disse lykkedes »American Wonder« ganske godt; ud-sået den 27. mai, spirede den 12. juni, blomstrede 26. juli, blev 1 $\frac{1}{2}$ ' høi, havde bælg med gode spiselige ærter i sidste halvdel af august, men ærterne blev ikke modne.

Sabel-sukkerærten nåede ikke at få spiselige bælg.

De i 1884 og 85 dyrkede ærter har på grund af den dårligere sommer ikke en gang været så gode, som ovenfor beskrevet.

Phaseolus. Bønner. Af bønner har jeg forsøgt adskillige gode sorter fra prof. Schübeler; således: »Phaseolus ellipt. aureus«, »Phaseolus Zebra« og »Early six weeks Bean«; men dyrkningen af dem er ganske mislykket, og jeg antager, at bønner, selv i de bedste somre, ikke vil kunne give noget udbytte på Island.

Pastinaca sativa. Pastinak. Pastinaken bliver vel ikke ret stor her på Island, men den har været meget velsmagende og aromatisk; den overvintrer meget godt på friland og kan benyttes i husholdningen ganske tidlig næste forår, så snart man kan komme i jorden for frosten, altså på en tid, da man ingen andre friske havesager har. Af denne grund bør yndere af plantespiser på Island ikke undlade at gøre forsøg med den. I en så dårlig sommer, som den i 1885, har den givet næsten modent frø her i haven og der er ingen tvivl om, at den i en god sommer vil kunne give godt frø.

Petroselinum sativum. Persille. Krusbladet persille. Blev sået den 26. mai og kom op den 11. juni; trives udmærket godt. Af persillerødder har jeg prøvet »korte, tykke«; de gav god top, men rødderne blev ikke tykkere end penneposer. Planterne stod rigtignok også temmelig tæt.

Raphanus sativus. Ræddike. Sommerræddiken eller radisen kan dyrkes med stort udbytte på Island; sået den 26. mai kom de op den 3. juni, var spiselige, dog kun af en lille nøds størrelse, 30 dage efter udsæden. Når de får lov at stå længe nok, kan de blive meget store, men er da ikke så gode. De såkaldte glasradiser kan blive af en fingers størrelse, er meget skøre, men har ikke havt nogen stærk smag.

Raphanus sativus hibernus. Vinterræddiken eller den sorte ræddike kan i gode år blive temmelig stor her. De blev såede

den 26. mai, kom op den 4. juni. De største veiede ved optagningen henimod 1 Pund.

Rheum. Rhabarber. Af rhabarber har jeg dyrket sorten »Linnaeus«; den trives godt her og overvintrer med lethed, men stilkene bliver først brugelige i slutningen af juli eller i begyndelsen af august; de kan da opnå en størrelse af rigelig 2 fingre i tykkelse og ca. 16" i længden; den største del af stilkene er dog endel mindre. Denne plante må anbefales særdeles meget til dyrkning på Island, da de syltede stilke eller den af stilkene afkogte saft kan være til megen nytte i husholdningen; dyrket i det store kan der af stilkene tilberedes en velsmagende vin ved udpresning og gæring af saften.

Scorzonera hispanica. Frø af denne plante har jeg først sået i år den 1. juni; det kom op den 30. juni. Efter al rimelighed vil planterne tåle at overvintrere på friland.

Sinapis. Sennep.

Sinapis nigra, sået 27. mai, spiret 10. juni, blomstrede 14. juli.

Sinapis alba, sået 26. mai, spiret 5. juni, blomstrede 12. juli.

Sinapis juncea (Sarepta sennep), sået 27. mai, spiret 19. juni, blomstrede ikke.

De to førstnævnte sorter har udviklet en stor mængde frø, som dog ikke blev fuldmodent.

Solanum tuberosum. Kartoffel. Kartofflen vokser ganske godt på Island, navnlig i omegnen af de mange varme kilder. Knoldene, idetmindste de, som jeg har truffet på i omegnen af Reykjavík, er meget løse og vandede og indeholder langt mindre stivelse end kartofler fra udlandet. Planterne kommer nemlig så sent i rigtig vækst, at, om der end bliver tid til at danne endog temmelig store knolde, så bliver der ikke tid til dannelsen af en tilstrækkelig mængde stivelsekorn, inden udviklingen standses af frosten. Til kartoffeldyrkningens fremme på Island var det ønskeligt, at der blev gjort forsøg efter en større målestok med forskellige, især stærkt stivelseholdige sorter, da det så måske var mulig at finde nogle sorter, som enten, ifølge deres natur, udvikle en stor mængde stivelse, eller måske udmærker sig ved en hurtig og tidlig dannelse af stivelsekorn i cellerne. De af mig forsøgte sorter har hidtil kun været fra Danmark; for den kommende sommer har jeg fået løfte om norske kartofler til forsøg.

Spinacia oleracea. Spinat. Spinaten giver på Island meget store og skøre blade og løber først sent i frø. Såede den 29. mai, spirede den 11. juni, nåede de en højde af 11 til 15" da de var i blomst.

Tragopogon porrifolius. Havrerod. Denne plante ligner tildels skorsonneroden. Den blev sået 26. mai, spirede 10. juni, overvintret på friland uden dække. 2 år gamle rødder har en tykkelse som en lille finger.

Vicia Faba sive **Faba vulgaris.** Vælske bønner, hestebønner. Sået 27. mai 1883, spiret 14. juni, blomstrede 28. juli; satte bælg, men de nåede ikke at blive så store, at de kunde kaldes spiselige.

Forsøg med køkkenurter i bæk.

Cucumis sativus. Agurk. I varm bæk har jeg forsøgt at dyrke agurken (slange-agurk). Planterne kom meget godt op, men sygnede hen og vilde ikke trives; dog blomstrede planterne temmelig rigelig og der dannedes 2 små agurker, som dog ikke blev større end en lille finger. Dette var i 1885; jeg antager dog, at det vil være muligt i en bedre sommer at få et bedre resultat; men agurkdyrkningen vil vist aldrig kunne lønne sig på Island, selv om agurkerne betales forholdsvis godt.

Cucurbita pepo. Græskar. Af græskar har jeg forsøgt flere forskellige arter fra prof. Schübeler, både marvgræskar (Vegetable marrow) og flere slags prydgæskar. De unge planter kom godt op i den varme bæk, men det gik dem ganske som agurkerne. Der blev kun et eneste halvtudviklet græskar af størrelse som en knyttet hånd. Dette forsøg gjordes i sommeren 1884.

Fragaria vesca. Jordbær. At kunne dyrke jordbær her på Island i en kold bæk, med vinduer over vinter og forår, anser jeg fremdeles for muligt, skønt jeg har været særdeles uheldig hidindtil med mine forsøg i denne retning. I foråret 1884 modtog jeg en sending planter af fortrinlige sorter fra handelsgartner Møllgård; af mangel på plads i kold bæk, udplantedes de på friland, hvor de voksede ganske godt, blomstrede og sendte udløber men satte ingen bær; det var nu meningen at indplante dem om efteråret, men det blev desværre ikke gjort

af mangel på tid; næste forår var de alle på en nær udgåede. I efteråret 1884 modtog jeg 200 ganske udmærkede jordbærplanter fra slotsgartner Rothe ved Rosenborg driverihave; men da de kom her op med oktoberskibet, kunde de ikke nå at slå tilstrækkelige rødder inden vinteren, da det begyndte at fryse få dage efter. Al beskyttelse med vinduer og dækning i løbet af vinteren var derfor utilstrækkelig og ikke en eneste af alle planterne nåede levende foråret. Jeg ønsker imidlertid at gøre nye forsøg i denne retning.

III.

Forsøg med dyrkning af blomsterplanter på Island.

Jeg skal her straks bemærke, at min beretning om forsøg med blomsterplanter ikke omfatter dyrkningen af blomster i drivhus eller i værelser, om hvilken gren af blomsterdyrkning der ellers nok kunde være en del at fortælle fra Island, eftersom en stor mængde potteplanter kan dyrkes her og virkelig også lykkes ligeså godt eller måske endog bedre end mange steder i Danmark, hvor blomsterdyrkning i værelser er gået en del tilbage, siden brugen af belysningsgas er bleven så almindelig. De planter, der hyppigst dyrkes i værelserne på Island, er roser, nelliker, pelargonier, såvel skarlagenspelargonier som også de prægtige, rigtblomstrende engelske pelargonier, fuchsier, amaryllis, levkojer, gyldenlak, hortensier, epheu (*Hedera Helix*); enkelte steder ses endog en lille palme, en aralia eller en ficus elastica; af løgvækster dyrkes mest hyacinther og tulipaner, dog har jeg også set både crocus, narcisser og scilla verna.

I haverne er der ikke stor variation af blomsterplanter; de hyppigst forekommende er *Aconitum Napellus*, *Achillea ptarmica*, fl. pl. *Tanacetum vulgare*, *Rhodiola rosea* og en eller to irisarter, hvis speciesnavn jeg ikke kender. Enkelte steder findes *Bellis perennis*, *Pæonia rubra plena* samt indplantet i haverne den smukke, på Island vildt voksende *Epilobium augustifolium*. Flere steder såes om foråret forskellige sorter blomsterfrø i et slags kold bænk, som i den første tid efter såningen dækkes med vinduer; her træffer man i særdeleshed, foruden levkojer og asters, tillige forskellige Papaver- og Tagetesarter, *Nemophila*, *Viola tricolor*, *Centaurea*, *Calendula*, *Reseda*, *Convolvulus*, *Iberis* og flere andre i mere eller mindre rigt flor, efter sommerens beskaffenhed.

Af den såkaldte Staudegruppe vil der uden al tvivl være en ikke ringe mængde, som kan trives på Island. Mine forsøg med »Stauderne« er endnu ikke så vidt fremskredne, at jeg kan udtale mig om, hvilke af dem der kan overvintrere og blomstre på Island. Dog har det allerede vist sig, at flere, f. eks. *Polemonium virginicum* og *Hesperis tristis* overvintrer og blomstrer godt her, selv i dårlige somre. *Viola odorata* har overvintret på friland uden dække, men den har endnu ikke blomstret.

Denne gang må jeg derfor indskrænke mig til at meddele resultaterne af nogle forsøg med blomsterplanter på friland, som jeg, efter opfordring fra prof. Schübeler, har udført på Island, for at komme efter, hvilke blomsterplanter der kan trives på Island og på hvilken tid de blomstrer her. I plantegeografisk henseende vil det være af ikke ringe interesse at kunne sammenligne den kultiverede flora ved Reykjavík med den tilsvarende i Norge, hvor nordgrænsen for en stor del af disse planter er bekendt. For de arter af blomsterplanterne, hvor nordgrænsen i Norge er mig bekendt fra prof. Schübelers »vækstlivet i Norge« eller gennem andre meddelelser, har jeg anført denne grænse i hele grader ved hver enkelt plante. Hvis man deraf skulde tage anledning til at sammenligne Reykjavík på 64° n. b. med Norge på 70° n. b., så må jeg anse en sådan sammenligning for altfor forhastet. De to sidste somre, i hvilke forsøgene med blomsterplanterne er gjorte, har været så uheldige som vel tænkeligt. Der er ingen tvivl om, at man i bedre somre vil få en hel del flere planter med sydligere beliggende nordgrænse til at blomstre her; end tilfældet har været i 1884 og 85. Desuden må jeg gøre udtrykkelig opmærksom på, at disse forsøg alle er udførte på friland, uden afbenyttelse af varme eller kolde bænke; frøet er sået de angive dage på friland i almindelig endnu temmelig rå havejord. De enkelte blomsterplanter, som jeg, for fornøielses skyld, har sået i potter eller bæk, er her ikke medregnede, eller det vil idetmindste udtrykkelig blive angivet, at en anden behandlingsmåde har været anvendt. Hvis prof. Schübeler finder nogle store Lacuner hist og her, hvor enkelte arter med alle afarter ganske mangler i min beretning, medens han har sendt frø af dem til mig, må jeg bede ham erindre, at forsøgene er udførte af privat mand i hans fritid, uden nogen understøttelse, hverken af brugbar arbejdskraft eller af penge, så at den største omhyggelighed og bekostning, uagtet al anstrængelse og god vilje fra min side, ikke altid har været mulig. Da jeg

imidlertid håber at kunne fortsætte disse forsøg, måske under bedre forhold, skal jeg senere påny tage fat på de omtalte, noget forsømte grupper, hvoraf åbenbart flere må kunne trives her på Island. I den første af de efterfølgende lister har jeg nævnt de planter, som har blomstret hos mig og angivet det år, da forsøget fandt sted og dagen for udsæden, dagen da planterne kom op og endelig dagen, på hvilken blomstringen begyndte; tillige findes i en særegen rubrik angivet nordgrænsen for Norge, efter opgave af prof. Schübeler. I den næste liste findes angivet de etårige planter, som vel er komne op og voksede til her på Island, men som dog ikke har blomstret her; det er nu høist sandsynlig, at en del af disse i denne liste nævnte planter vil kunne blomstre her i bedre somre. I den tredie liste findes en beretning om de flerårige planter, som nu for største delen er til forsøg; naturligvis går en stor mængde af dem tabt nu i vinter, men jeg er på den anden side vis på, at nogle idetmindste vil kunne tåle at overvintre her på friland og blomstre næste sommer; for haveyndere på Island må det være særdeles kærkomment, om det måtte lykkes at finde nogle smukke, flerårige blomsterplanter (Stauder), der, næsten uden uleilighed for eieren, hvert år skød frem af jorden og med sine blomster oplivede haverne.

I.

	For- sggs- år	Dagen, da frøet blev sået	Dagen, da frøet spired	Dagen, da planten blomstrede	Nord- græn- se i Norge
<i>Acroclinium roseum</i> . . .	1884	14. juni	19. juli	29. august	70°
<i>Aira capillaris</i>	1885	29. mai	11. juni	20. august	70°
<i>Ammobium alatum</i> . . .	1885	29. mai	11. juni	26. sept. blomstrede dår- lig.	70°
<i>Asperula azurea</i>	1884	11. juni	30. juni	26. august	
<i>Astragalus bæticus</i> . . .	1884	26. mai	11. juni	22. august	68°
<i>Atriplex hortensis</i> . . .	1884	11. juni	18. juni	20. august	70°
<i>Briza minor</i>	1885	29. mai	15. juni	1. sept.	70°
— <i>maxima</i>	1885	29. mai	13. juni	4. sept.	70°
— <i>maxima</i>	1884	26. mai	13. juni	30. august	70°
<i>Brizopyrum siculum</i> . . .	1885	30. mai	11. juni	3. sept.	70°
<i>Calandrinia Burridgii</i> . .	1885	29. mai	12. juni	10. august	69°
— <i>compressa</i>	1885	29. mai	12. juni	6. august	

	For- segs- år	Dagen, da frøet blev sået	Dagen, da frøet spirede	Dagen, da planten blomstrede	Nord- græn- se i Norge
<i>Calendula persica</i> . . .	1884	26. mai	10. juni	20. juli	70°
<i>Calliopsis bicolor</i> . . .	1884	14. juni	1. juli	18. august	70°
<i>Clintonia pulchella</i> . . .	1885	29. mai	21. juni	2. sept.	69°
<i>Collinsia heterophylla</i> . .	1885	29. mai	17. juni	15. sept.	
<i>Convolvulus tricolor</i> . . .	1885	29. mai	9. juni	14. sept.	70°
<i>Crepis rubra</i>	1884	26. mai	11. juni	2. august	70°
<i>Czackia liliastrum</i> . . .	1884	26. mai	25. juni	21. august	60°
<i>Dimorphotheca hybrida</i> .	1885	30. mai	9. juni	14. august	60°
— — . . .	1884	11. juni	21. juni	16. august	
<i>Draba olympica</i>	1885	27. mai	11. juni	20. sept.	60°
<i>Erodium gruinum</i>	1885	27. mai	9. juni	2. sept.	68°
<i>Eschscholtzia californica</i>	1884	14. juni	6. juli	10. sept.	70°
— <i>tenuifolia</i>	1885	27. mai	12. juni	2. sept.	69°
<i>Gilia capitata</i>	1885	27. mai	9. juni	2. sept.	70°
<i>Gypsophila elegans</i> . . .	1885	29. mai	9. juni	1. sept.	70°
<i>Helianthus annuus</i>	1883	2. juni	15. juni	24. august	70°
<i>Hesperis tristis</i>	1884	1. juni	20. juni	20. juli 85	70°
<i>Iberis amara</i>	1884	11. juni	23. juni	20. sept.	70°
— <i>umbellata</i>	1885	29. mai	9. juni	1. sept.	70°
<i>Lathyrus tingitanus</i> . . .	1884	11. juni	1. juli	15. sept.	70°
<i>Leptosiphon californicus</i> .	1885	27. mai	9. juni	8. sept.	69°
<i>Linum asiaticum</i>	1885	29. mai	11. juni	29. august	68°
<i>Loasa tricolor</i>	1885	27. mai	17. juni	3. sept.	70°
<i>Lupinus Consentini</i>	1885	30. mai	19. juni	30. august	70°
— <i>hirsutissimus</i>	1885	30. mai	12. juni	2. sept.	69°
— <i>luteus</i>	1885	30. mai	10. juni	28. august	70°
— <i>linifolius</i>	1885	30. mai	9. juni	12. sept.	70°
— <i>micranthus</i>	1885	30. mai	9. juni	12. sept.	69°
— <i>mutabilis</i>	1885	30. mai	9. juni	6. sept.	70°
— <i>pilosus</i>	1885	30. mai	15. juni	28. august	70°
— <i>purpureus</i>	1885	30. mai	9. juni	16. august	70°
<i>Madaria elegans</i>	1884	11. juni	20. juni	12. august	68°
<i>Madia sativa</i>	1885	27. mai	9. juni	8. sept.	71°
<i>Malva brasiliensis</i>	1885	27. mai	9. juni	4. sept.	69°
<i>Mathiola annua</i>	1885	5. juni	20. juni	26. august	71°
<i>Mathiola annua</i> (i bæk) .	1885	29. mai	10. juni	30. juli	
<i>Mimulus luteus</i>	1885	30. mai	19. juni	26. august	70°

	For- søgs- år	Dagen, da frøet blev sået	Dagen da frøet spirede	Dagen, da planten blomstrede	Nord- græn- se i Norge
<i>Nemophila atomaria</i> . . .	1885	29. mai	12. juni	21. august	70°
— <i>maculata</i> . . .	1885	27. mai	15. juni	26. august	69°
<i>Nigella damascena</i> . . .	1885	27. mai	19. juni	4. sept.	70°
<i>Omphalodes linifolia</i> . . .	1885	29. mai	11. juni	29. august	70°
<i>Papaver amoenum</i> . . .	1883	27. mai	11. juni	16. august	69°
— <i>siculum</i> . . .	1885	29. mai	14. juni	8. sept.	69°
— <i>somniferum</i> . . .	1885	27. mai	9. juni	20. august	70°
— <i>bracteatum</i> . . .	1885	29. mai	16. juni	store knop- per	60°
— <i>pavonicum</i> . . .	1885	29. mai	15. juni	store knop- per	63°
<i>Polemonium virginianum</i> .	1884	11. juni	18. juli	21. juli 85	60°
<i>Reseda abyssinica</i> . . .	1885	29. mai	19. juni	14. sept. blomstrede dår- lig	70°
— <i>alba</i> . . .	1885	29. mai	15. juni	6. sept.	69°
— <i>luteola</i> . . .	1885	29. mai	28. juni	16. sept. dårlig.	60°
<i>Rhodanthe maculata</i> . . .	1885	29. mai	14. juni	6. august blomstrede rigt 20. august	70°
<i>Rhodanthe Manglesii</i> . . .	1885	29. mai	15. juni	4. august	70°
<i>Satureja hortensis</i> . . .	1884	11. juni	2. juli	15. august	70°
<i>Scorpiurus vermicularis</i> .	1884	11. juni	2. juli	29. august	60°
<i>Schizanthus pinnatus</i> . .	1885	27. mai	9. juli	29. august	70°
<i>Sedum purpurascens</i> . . .	1885	27. mai	2. juli	1. okt.	
<i>Silene pendula</i> . . .	1885	29. mai	14. juni	2. sept.	70°
<i>Silybum marianum</i> . . .	1883	27. mai	11. juni	8. sept.	70°
— — . . .	1885	29. mai	14. juni	24. sept.	
<i>Sphenogyne speciosa</i> . . .	1885	29. mai	14. juni	8. sept.	60°
<i>Tagetes erecta</i> . . .	1885	29. mai	11. juni	11. sept.	71°
— <i>patula</i> . . .	1885	29. mai	11. juni	2. sept.	71°
— <i>signata</i> . . .	1885	29. mai	17. juni	14. sept.	69°
<i>Tetragonolobus purpureus</i> .	1885	29. mai	12. juni	26. august	71°
<i>Trigonella fœnum græcum</i>	1885	27. mai	9. juni	29. august	70°
<i>Tropæolum aduncum</i> . . .	1885	1. juni	19. juni	8. sept.	71°
— <i>majus</i> . . .	1885	1. juni	17. juni	6. sept.	71°
<i>Viola tricolor</i> . . .	1885	27. mai	16. juni	1. sept.	70°
<i>Whitlavia grandiflora</i> . .	1885	27. mai	11. juni	21. august	70°

II.

	For- søgsår	Dagen, da frøet blev sået	Dagen, da frøet spirede	Dagen, da planten blomstrede	Nord- grænse i Norge
<i>Aegilops ovata</i>	1885	27. mai	14. juni	knopper	69°
— <i>triticoides</i>	1885	29. mai	19. juni		69°
<i>Amarantus pendulus</i>	1885	29. mai	11. juni		60°
<i>Amberboa odorata</i>	1885	29. mai	11. juni		60°
<i>Blitum capitatum</i>	1884	26. mai	26. juni		67°
<i>Briza compacta</i>	1884	30. mai	30. juni		
<i>Brachycome iberidifolia</i>	1885	29. mai	12. juni		60°
<i>Chrysurus cynosuroides</i>	1885	29. mai	12. juni		60°
<i>Cryptostemma hypochondr.</i>	1885	29. mai	11. juni		60°
<i>Cyclanthera explodens</i>	1885	29. mai	20. juni		68°
<i>Datura lævis</i>	1885	29. mai	30. juni		68°
<i>Datura quercifolia</i>	1885	29. mai	26. juni		68°
<i>Emilia sagittata</i>	1885	27. mai	17. juni		70°
<i>Eragrostis amabilis</i>	1885	29. mai	19. juni		69°
<i>Ervum Ervilia</i>	1884	26. mai	16. juni		69°
<i>Ervum monanthos</i>	1884	26. mai	11. juni		69°
<i>Eucharidium grandiflorum</i>	1885	27. mai	17. juni		69°
<i>Felicia tenella</i>	1885	27. mai	21. juli		60°
<i>Glaucium corniculatum</i>	1885	27. mai	27. juni		71°
<i>Hebenstreitia aurea</i>	1884	11. juni	19. juli		68°
<i>Hibiscus trionum</i>	1885	29. mai	17. juli		69°
<i>Hippocrepis multisiliquosa</i>	1885	29. mai	19. juli		60°
<i>Iberis aurea?</i>	1884	27. mai	28. juni	knopper	
<i>Impatiens glanduligera</i>	1884	11. juni	1. juli		67°
<i>Lagurus ovatus</i>	1885	30. mai	20. juni		71°
<i>Lupinus elegans</i>	1885	30. mai	17. juni		71°
— <i>nutkatensis</i>	1885	30. mai	12. juni		60°
— <i>varius</i>	1885	27. mai	20. juni		70°
<i>Mentzelia Lindleyana</i>	1884	26. mai	12. juni		69°
<i>Momordica Elaterium</i>	1884	11. juni	8. aug.		68°
<i>Mesembryanthemum crystall.</i>	1885	27. mai	14. juni		70°
<i>Nicotiana rustica</i>	1885	27. mai	15. juni		69°
<i>Nolana tenella</i>	1885	27. mai	17. juni		69°
<i>Oenothera Drumondii</i>	1885	30. mai	16. juli		68°

	For- søgsår	Dagen, da frøet blev sået	Dagen, da frøet spirede	Dagen, da planten blomstrede	Nord- grænse i Norge
<i>Oenothera lamareckiana</i> . . .	1885	27. mai	19. juni		68°
— <i>lindleyana</i> . . .	1885	29. mai	9. juni		69°
<i>Onobrychis caput galli</i> . . .	1884	26. mai	26. juni		60°
<i>Panicum miliaceum</i> . . .	1884	11. juni	10. juli		60°
<i>Pisum arvense</i> . . .	1884	11. juni	19. juni		64°
— <i>quadratum</i> . . .	1885	26. mai	11. juni		69°
<i>Plantago psyllium</i> . . .	1884	11. juni	23. juni		60°
<i>Pocockia cretica</i> . . .	1884	26. mai	12. juni		60°
<i>Salpiglossis sinuata</i> . . .	1885	27. mai	14. juni		60°
<i>Scabiosa stellata</i> . . .	1885	29. mai	13. juni		71°
— <i>atropurpurea</i> . . .	1884	26. mai	12. juni		71°
<i>Setaria italica</i> . . .	1884	30. mai	23. juni		60°
<i>Silybum eburneum</i> . . .	1885	29. mai	15. juni	knopper	70°
<i>Specularia speculum</i> . . .	1885	27. mai	14. juni		69°
<i>Tetragonia expansa</i> . . .	1884	26. mai	1. juli		60°
<i>Tolpis barbata</i> . . .	1885	29. mai	11. juni	knopper	70°
<i>Valerianella olitoria</i> . . .	1884	26. mai	1. juli		69°

III.

	For- søgsår	Dagen, da frøet blev sået	Dagen, da frøet spirede	Nord- grænse i Norge
<i>Aconitum ferox</i> . . .	1884	26. mai	2. juli	60°
<i>Actæa japonica</i> . . .	1884	11. juni	30. juni	61°
<i>Althæa officinalis</i> . . .	1885	27. mai	2. juli	60°
— <i>rosea</i> . . .	1884	26. mai	29. juni	70°
<i>Alyssum alpestre</i> . . .	1884	11. juni	22. juni	60°
<i>Androsace lactiflora</i> . . .	1884	11. juni	2. aug.	60°
<i>Anemone pavonia</i> . . .	1884	26. mai	3. aug.	60°
<i>Aquilegia pubiflora</i> . . .	1885	27. mai	9. juli	60°
<i>Armeria grandiflora</i> . . .	1885	27. mai	12. juni	60°
<i>Asclepias Cornuti</i> . . .	1885	27. mai	28. juni	60°
— <i>incarnata</i> . . .	1885	27. mai	30. juni	60°
<i>Astrantia Biebersteinii</i> . . .	1885	27. mai	1. juli	60°

	For- søgsår	Dagen, da frøet blev sået	Dagen, da frøet spirede	Nord- grænse i Norge
<i>Aubrietia deltoidea</i>	1885	27. mai	28. juni	60°
<i>Baptisia bracteata</i>	1884	11. juni	9. juli	60°
— <i>leucophæa</i>	1885	7. mai	21. juli	60°
— <i>perfoliata</i>	1884	11. juni	21. juli	60°
<i>Bubon gummiiferum</i>	1885	27. mai	21. juli	60°
<i>Campanula carpathica</i>	1884	11. juni	4. juli	60°
— <i>rapunculoides</i>	1885	29. mai	18. juni	61°
— <i>punctata</i>	1885	27. mai	29. juni	60°
<i>Chelone barbata</i>	1885	27. mai	28. juni	60°
<i>Commelina cœlestis</i>	1885	27. mai	27. juni	70°
<i>Coronaria tomentosa</i>	1885	27. mai	16. juni	60°
<i>Corydalis aurea</i>	1885	27. mai	2. juli	60°
<i>Crambe grandiflora</i>	1885	27. mai	12. juni	60°
<i>Cynosurus cristatus</i>	1885	27. mai	16. juni	61°
<i>Dahlia coccinea</i>	1885	27. mai	11. juni	
— <i>Merckii</i>	1885	27. mai	14. juni	60°
<i>Delphinium albiflorum</i>	1885	27. mai	12. juni	60°
— <i>falcatum</i>	1885	27. mai	27. juni	60°
— <i>formosum</i>	1885	27. mai	20. juni	69°
— <i>grandiflorum</i>	1885	27. mai	21. juni	63°
<i>Dianthus arenarius</i>	1885	27. mai	20. juni	60°
— <i>superbus</i>	1885	27. mai	11. juni	70°
<i>Digitalis eriostachya</i>	1884	11. juni	17. juli	60°
— <i>fulva</i>	1884	11. juni	9. juli	60°
— <i>lindleyana</i>	1884	11. juni	5. juli	60°
— <i>lævigata</i>	1884	14. juni	5. juli	60°
— <i>purpurea</i>	1884	29. mai	19. juni	63°
<i>Eryngium alpinum</i>	1884	11. juni	14. juli	60°
<i>Eupatorium cannabinum</i>	1885	27. mai	20. juli	60°
— <i>deltoideum</i>	1885	27. mai	20. juli	60°
<i>Euphorbia Lathyris</i>	1883	27. mai	19. juni	60°
			blomstrede i potte.	63°
<i>Glaucium fulvum</i>	1885	29. mai	4. juli	68°
— <i>luteum</i>	1884	26. mai	28. juli	64°
<i>Glossocomia clematidea</i>	1885	29. mai	27. juni	60°
<i>Gypsophila paniculata</i>	1884	11. juni	10. aug.	69°

	For- sågsår	Dagen, da froet blev sået	Dagen, da froet spirede	Nord- grænse i Norge
<i>Hablitzia tamnoides</i>	1885	29. mai	28. juni	69°
<i>Hedysarum exaltatum</i>	1885	29. mai	2. juli	
<i>Helichrysum foetidum</i>	1885	29. mai	17. juni	60°
<i>Hesperis matronalis</i>	1885	29. mai	11. juni	71°
<i>Hypericum ascyron</i>	1885	29. mai	16. juni	60°
<i>Iberis garrexiana</i>	1884	11. juni	1. juli	60°
— <i>semperflorens</i>	1885	27. mai	28. juni	60°
<i>Iris biflora</i>	1884	11. juni	1. juli	60°
— <i>japonica</i>	1884	11. juni	10. juli	60°
— <i>livida</i>	1885	29. mai	20. juli	60°
— <i>pomeridiana</i>	1885	29. mai	20. juli	60°
— <i>superba</i>	1884	26. mai	23. juli	60°
<i>Isatis tinctoria</i>	1884	26. mai	20. juni	69°
<i>Jasione perennis</i>	1884	11. juni	26. juni	60°
<i>Lathyrus latifolius</i>	1885	30. mai	20. juni	70°
<i>Liatris spicata</i>	1884	11. juni	18. juni	60°
<i>Lilium concolor</i>	1884	26. mai	1. juli	68°
<i>Linum austriacum</i>	1884	11. juni	2. juli	60°
<i>Lupinus arbustus</i>	1885	27. mai	28. juni	69°
— <i>laxiflorus</i>	1884	27. mai	26. juni	60°
— <i>perennis</i>	1885	27. mai	17. juni	60°
— <i>rivularis</i>	1885	27. mai	20. juni	60°
<i>Lunaria biennis</i>	1885	27. mai	20. juni	68°
<i>Lychnis chalcedonica</i>	1884	11. juni	28. juni	70°
<i>Lysimachia speciosa</i>	1885	30. mai	19. juni	
<i>Melissa officinalis</i>	1884	11. juni	1. aug.	69°
<i>Michellaria eburonensis</i>	1885	27. mai	11. juni	60°
<i>Myosotis silvatica</i>	1885	30. mai	20. juli	71°
<i>Myrrhis odorata</i>	1884	26. mai	11. juni	68°
<i>Oenothera glauca</i>	1885	29. mai	12. juli	60°
<i>Onobrychis sativa</i>	1884	11. juni	29. juni	63°
<i>Ononis rotundifolia</i>	1885	29. mai	6. juli	60°
<i>Orobus alpestris</i>	1884	26. mai	16. juli	60°
— <i>varius</i>	1885	29. mai	8. juli	60°
<i>Papaver orientale</i>	1884	12. juni	1. juli	69°
<i>Pentastemum acuminatum</i>	1885	29. mai	2. juli	60°

	For- søgsår	Dagen, d frøet blev sået	Dagen, da frøet spirede	Nord- grænse i Norge
<i>Pentastemum elegans</i>	1885	27. mai	20. juni	
— <i>roseum</i>	1884	11. juni	10. aug.	60°
<i>Phlomis tuberosa</i>	1884	11. juni	3. juli	63°
<i>Phyteuma comosum</i>	1885	29. mai	28. juni	60°
<i>Polemonium acutiflorum</i>	1885	29. mai	27. juni	60°
— <i>Richardsoni</i>	1885	29. mai	16. juni	60°
<i>Poterium sanguisorba</i>	1884	11. juni	2. juli	69°
<i>Prenanthes purpurea</i>	1885	29. mai	28. juni	60°
<i>Pyrethrum carneum</i>	1885	29. mai	1. juli	69°
— <i>roseum</i>	1885	29. mai	27. juni	69°
<i>Scrophularia vernalis</i>	1885	29. mai	27. juni	60°
<i>Sempervivum patens</i>	1885	29. mai	2. juli	60°
<i>Silene compacta</i>	1885	29. mai	4. juli	60°
— <i>orientalis</i>	1885	29. mai	21. juni	60°
<i>Tellima grandiflora</i>	1885	29. mai	3. juli	60°
<i>Telekia cordifolia</i>	1884	12. juni	2. juli	60°
<i>Tommasinia purpurascens</i>	1885	29. mai	22. juni	60°
— <i>Szowitzii</i>	1885	29. mai	20. juni	60°
<i>Trachelium cœruleum</i>	1885	29. mai	24. juni	60°
<i>Tradescantia subaspera</i>	1885	29. mai	30. juni	60°
<i>Veratrum album</i>	1885	11. juni	4. juli	69°
— <i>nigrum</i>	1885	11. juni	1. juli	63°
— <i>viride</i>	1884	11. juni	2. juli	61°
<i>Veronica incana</i>	1885	27. mai	20. juni	60°
— <i>linariæfolia</i>	1884	11. juni	2. juli	60°

IV.

Forsøg med dyrkning af korn, boghvede, vikker og et par andre nytteplanter.

Hordeum. Byg.

I foråret 1883 overlod prof. Schübeler i Christiania mig med stor beredvillighed et lille parti byg fra Alten præstegæld, hvormed jeg ønskede at gøre forsøg her på Island. Alten præstegæld ligger, som bekendt, i det nordligste Norge på den 70° n. b. Denne byg

udsåedes den 1. juni 1883 i meget god havejord, på et mod blæsten ganske godt beskyttet sted; men desværre var det ikke så godt indhegnet, at en del høns ikke kunde finde derind og afæde en større del af det unge korn under modningen, så at jeg ikke kan angive hvor mange fold der vilde kunne have været avlet. Byggen spirede den 11. juni og voksede rask til; de første aks dannedes den 21. juli og den lille ager tog sig særdeles godt ud den efterfølgende tid. Den 6. september var kornet gennemgående modent og havde altså behøvet 98 dage fra udsæd til indhøstning; planterne havde da en høide af 26—30". Den avlede byg var straks efter indhøstningen ret fyldig, men ved at henligge, blev de enkelte korn efterhånden meget lettere og mindre; foråret efter veiede en pot af denne byg 24 lod; kærnen var da hård og hvid, men meget lille. I foråret 1884 den 27. mai udsåedes den det foregående år på Island avlede byg; den kom godt op den 5. juni, voksede måske endnu stærkere og kraftigere til end den i det foregående år, men den kolde og for alt planteliv ugunstige sommer med sin evindelige regn, som vi havde i 1884, bevirkede, at kun ganske enkelte aks blev fuldkommen modne, så at forsøget, i praktisk henseende og i sin helhed, måtte betragtes som aldeles mislykket. Samtidig med forsøg i 1884 med denne på Island avlede byg, blev der også forsøgt med frisk byg fra Norge, som prof. Schübeler sendte fra omegnen af Bodø (67° 17'), ligeledes med byg og havre fra Danmark, samt med sommerhvede, hvilket sidste ligeledes blev sendt af samme professor. Jeg havde lovet mig selv nogle interessante observationer ved sammenligning af disse forskellige sorter byg fra de nævnte lande; men desværre umuliggjorde den dårlige sommer 1884 al efterforskning. I 1885 mislykkedes mine forsøg med dyrkning af korn ligeledes, hvilket man ikke kan undre sig over, når man erindrer, at denne sommer her på Island var, om ikke ugunstigere, så dog heller ikke bedre end den foregående i 1884. Blandt de i 1885 forsøgte kornsorter var en anden sort sommerhvede fra prof. Schübeler »triticum vulgare, Victoria sommerhvede meget tidlig«; den blev sået den 30. mai, spirede allerede den 10. juni, var den 9. september 36" høi, men havde endnu ingen aks; den 15. september fremkom det første aks og de følgende dage udviklede der sig en hel del smukke aks, men der kunde naturligvis ikke blive tale om, at de så sent dannede korn kunde opnå modenhed.

Uagtet altså byg i gode somre unægtelig meget vel kan modnes

her på Island og modnes således, at det her avlede korn kan bruges til udsæd næste år, vil bygavlen dog vel neppe kunne få nogen praktisk betydning for Island i sin helhed; dertil vil høsten være altfor usikker og det avlede korn af for ringe kvalitet. Selv om man antager, at man netop i denne tid lever under særlig ugunstige klimatiske forhold på Island, og at de 2 sidste somre her har været usædvanlig dårlige, så vil dog rimeligvis også i fremtiden bygavlen på de fleste steder på Island ganske slå feil i et vist antal somre og kun give et ringe udbytte i en del andre, så at den, selv om den lykkes godt i nogle år, dog må antages gennemgående snarere at ville påføre dyrkeren tab end fordel. Om der muligens hist og her på Island skulde findes nogle steder, f. eks. beskyttede småpletter i dalene mellem fjeldene, eller egne, hvor jorden delvis opvarmes af varme kilder, hvor byg kunde have bedre udsigt til at lykkes hvert år eller dog i de fleste, synes iøvrigt ret sandsynligt; i sagaerne findes på flere steder omtalt agre, hvor kornet aldrig slog feil; således hedder det i Sturlungasaga*):

»Der sad man, syv fulde nætter tilende, i gjæstebudet, thi der skulde hver sommer være olafsgilde, dersom korn var at få kjøbt, to såld mel, på Thorness thing, og gildebrødrene vare mange. Reykjahólum var en så god gård på den tid, at ageren aldrig slog feil. Der brugtes altid nyt mel til gjæstebudets forherligelse, og gjæstebudet stod hver sommer ved Olafsmesse.« —

Ifølge hele sammenhængen må her menes agre, dyrkede med en eller anden slags korn, som altså har ligget på vestlandet temmelig nordlig i en egn, hvor der endnu findes varme kilder. Dette samme sted af sagaen synes iøvrigt at være af nogen interesse for studiet af de klimatiske forhold på Island i sagatiden; hvis man nemlig tør antage, at det virkelig jævnlig har kommet for på de tider, som sagaen omtaler, at man på Reykjahólum kunde have nyt mel fra de omtalte marker til gæstebudet på Olafsmessen, så må det jo altså heller ikke have hørt til sjeldenhederne at korn, rimeligvis byg, dengang blev modent omkring Olafsmessen, som indtræffer mellem den 29. juli og 3. august, eller hvis man her foretager en rettelse af ca. 8 dage, som omtrentlig svarende til forskellen mellem den i sagatiden brugte julianske og den nuværende

*) Sturlungasaga, Vigfússon vol. I (Þorgils saga ok Hafida 10, p. 19). Oxford. MDCCCLXXVIII.

gregorianske kalender, mellem den 5. og 11. august. Den ovenfor citerede betingelse: »dersom der var korn at få kjøbt på Thorness thing«, hvoraf gildets afholdelse for en del var gort afhængig, må da snarere opfattes som rettet mod den mulighed, at kornet ikke var nået til modenhed på et så tidligt tidspunkt af sommeren, end at udtrykke tvivl, om man overhovedet kunde få et sådant forråd af korn at købe på den tid, da gildet skulde afholdes. Det må rigtignok betragtes som overordentlig gunstig, hvis byggen skulde være bleven moden i begyndelsen af august dengang, medens den nu først bliver moden i slutningen af august eller begyndelsen af september; hos mig i 1883 blev den, som ovenfor angivet, moden den 6. september; men det er ikke let at tænke sig hvad slags korn det da ellers skulde være; hvis man vilde antage, at det har været marehalm (*elymus arenarius*), så bliver forståelsen ikke bedre derved, eftersom denne plante først blomstrer her på Island i slutningen af juli.

Ifølge angivelse af prof. Schübeler*), skal byggen i Norge under visse forhold og i meget gunstige somre kunne blive moden i 8—9 uger fra udsæd til høst, så at, om det end lyder usandsynligt, at byggen dengang jevnlig skulde være bleven moden ca. 3 uger tidligere end nu, så kan det på ingen måde betegnes som en umulighed, men kunde måske tyde på at Island dengang har havt et noget mildere klima end nu, skøndt en sådan antagelse, om et væsentlig forandret klima på Island indenfor den historiske tid, iøvrigt selv hviler på temmelig svage fødder.

Et andet sted i sagaerne, hvor lignende, aldrig svigtende kornmarker, nævnes, er i *Víaglóms saga* kap. 7, hvor det hedder: »det var en ager, som kaldtes »Vítazgjafi«, fordi den altid bar korn.« Det er interessant at finde en sådan god kornmark som *Vítazgjafi* omtalt, liggende på Nordlandet, ikke langt fra det nuværende Akreyri; med de anskuelser om temperaturen omkring Akreyri, som jeg ovenfor har fremsat, kan det ikke undre os at finde en sådan mark omtalt på nordlandet, hvis den overhovedet findes på Island. Hos prof. Schübeler**) finder jeg anført, at byg også blev modent på nordlandet 1761.

*) Om bygavlen på Island se forevrigt »Norges væxtrige« af Schübeler, Christiania 1885, Pag. 296 o. s. v. og endvidere »Island« von Konrad Maurer. München 1874, § 2.

**) Prof. Schübeler angiver i sin N. V. p. 297 som kilde: »Einfaldir þan-kar um Akuryrkin, eður hvörn veg hún kynne að nýju að infærast á Islandi. Kaupmannahöfn 1771. Formáli til Lesarans. P. 5.

Ligeså sikkert som det imidlertid er, at byg har været her på Island i sagatiden, ligeså sikkert er det også, at bygavlen aldrig har spillet nogen meget betydelig rolle her; dette fremgår allerede af den opmærksomhed, som en såkaldet »aldregi úfrær« efter islandske forhold ganske almindelig kornmark har kunnet tiltrække sig i sagatiden; det ligger nærmest for at antage, at det fornemmelig har været trangen til, for enhver pris, at forskaffe sig dog noget korn, som har holdt kornavlen lidt oppe på Island i de tider, da det var forbundet med store vanskeligheder at forskaffe sig mel fra udlandet. Med de nuværende regelmæssige dampskibsforbindelser mellem Island og udlandet synes der ikke at være nogen grund til at gøre særlige anstrængelser, for at indføre bygavlen som almindelig på Island, da den åbenbart ikke vil kunne lønne de med den følgende arbejder og udgifter, og den avlede byg dog altid vil være af en meget dårlig kvalitet, så at den vel neppe gennemsnitlig vil kunne opnå halvdelen af den vægt pr. tønde, som almindelig god byg har i udlandet.

Derimod kunde der måske være anledning til at forsøge dyrkningen af byg med et andet formål, end at avle modent korn, for øie. Jeg anser det således for ønskeligt, om der på Island kunde blive gjort større, igennem flere år fortsatte forsøg med en eller anden hurtig voksende kornsort i den hensigt, at tilberede surhø af de endnu grønne og saftige planter. Udsæden af byg, som såes med dette formål for øie, kan meget passende foretages således, at den er tilendebragt kort før den egentlige høstås begyndelse, så at den ikke griber forstyrrende ind i dette arbejde, og omtrent 7 à 8 uger efter, eller måske lidt tidligere, vil man kunne slå det høie og kraftige græs ned til opbevaring for vinteren. Det er en selvfølge, at man, ved tilberedningen af jorden til disse forsøg, måtte anvende plov og således forsøge på, lidt efter lidt at drage nogen nytte for agerbruget af den store arbejdskraft, som findes på Island i form af de talrige heste, som det ikke er let at finde stadigt arbejde til under de nuværende forhold. Skulde der, under forsøg på at dyrke byggen, med det formål at bruge den til surhø, leilighedsvis findes steder på Island, hvor den med større sikkerhed end den sædvanlige kunde modnes, så vil man jo altid kunne dyrke den til modenhed på disse steder i de gode somre.

Fagopyrum. Boghvede.

Af boghvede har jeg forsøgt følgende sorter, hvoraf prof. Schübeler har sendt mig frø:

Fagopyrum esculentum modnes i Norge til 70° n. br.

— *tataricum* — » — » 69° —

— *rotundatum* — » — » 68° —

— *emarginatum* — » — » 69° —

Forsøget med boghvede blev gjort i 1883; frøet blev sået den 27. mai, spirede den 10. og 11. juni. *esculentum* blomstrede den 18. juli, *rotundatum* den 20., *tataricum* den 24. juli, *emarginatum* holdt sig i det hele taget noget bagefter de andre sorter og blomstrede også noget senere. Midt i august, da planterne ellers stod meget godt og enkelte korn var bleven næsten modne, især af *esculentum*, fandt jeg dem en morgen ganske sorte og itupidskede på bladene. Dette samme var ligeledes tilfældet med flere andre planter den dag, f. esk. kartoflernes og flere pilearters unge skud. Jeg antager, at navnlig en kold blæst, som førte en mængde salt med sig fra søen, har ødelagt planterne. Som eksempel på, hvad blæsten her i den retning kan præstere, skal jeg her nævne, at huse og vinduer, efter en sådan storm, er ganske overtrukne med et lag af saltkrystaller, at vandet i en regnmåler, som står ca. 300 alen fra søen, adskilt fra denne ved flere høje huse, kan få en saltagtig smag og være forurenset med en stor del sand og pulveriserede muslingskaller. Ihvorvel at boghveden således ikke blev moden her i 1883, kan man dog ikke deraf slutte, at den ikke skulde egne sig til dyrkning på flere steder her i landet og det var ønskeligt, om der blev gjort flere forsøg i den retning.

Vicia. Vikke.

Af vikker har her været forsøgt forskellige sorter, som alle fulgtes godt ad; de blev såede 27. mai, spirede den 14. og 15. juni blev henimod 1 alen høje og blomstrede alle i slutningen af juli; men bælgene blev kun 1 god tomme lange, intet frø blev modent. Hvis det blev almindeligt på Island, at dyrke f. eks. byg til grønstaldfoder for køer eller til at gemme som surhø, vilde det måske her, ligesom flere steder i udlandet, vise sig hensigtsmæssig, at blande udsæden med vikker, hvorved der dannes en fyldigere undervækst på marken.

Trifolium. Kløver.

Af kløver vokser, som bekendt, *trifolium repens* (hvid kløver) vildt på Island. Den større og kraftigere rødkløver har jeg forsøgt at dyrke her på Island; den blev sået den 4. juni 1884, overvintrede på friland og blomstrede 1885 den 7. august. Ingen af planterne kom i blomst samme år som de var såede; planten blev langt fra så stor og kraftig, som den bliver i udlandet. Jeg kan, efter det endnu foreliggende, ikke anbefale denne plante til større forsøg på Island; måske forholdene stiller sig anderledes i bedre somre.

Linum. Hør.

Af den almindelige hør (*linum usitatissimum*) har jeg i år dyrket et lille parti; frøet blev sået den 2. juni, spirede den 12. og 13. juni og blomstrede den 21. august; planterne blev 18—20" høje; frøet blev, selv i en så dårlig sommer som i 1885, modent hist og her. Hør kan uden tvivl med held dyrkes her på Island i gode somre; navnet *Linakrdalr* tyder på, at hørren allerede meget tidlig har været dyrket her.

Cannabis. Hamp.

At her er bleven gjort forsøg med dyrkning af den almindelige hamp (*cannabis sativa*), har jeg allerede omtalt i indledningen til denne beretning og der omtalt den indfyldelse, som nordenvinden havde på udviklingen af de enkelte planter; her skal jeg endnu kun tilføie, at frøet blev sået samme dag som hørren, den 2. juni, spirede den 15. juni, voksede i begyndelsen temmelig dårlig indtil der kom lidt mere varme. De høieste planter blev omtrent 4' høje. Blomstringen begyndte de første dage af september og intet frø blev modent.

Matricaria chamomilla. Kamomille.

Denne bekendte lægeplante trives særdeles godt på Island og frøet når modenhed i septembermåned og sår sig selv i nærmeste omkreds af planterne.

Forsøg er anstillede i 1883 og senere i 1884 med det her avlede frø. Planterne blev 18" høje.

1883. Sået den 27. mai, spiret 16. juni, blomstret 27. juli.

1884. — — 11. mai, — 11. juni, — 5. august.

Med lidt omhu vil Island kunne forsyne sig selv med denne i mange tilfælde meget nyttige plante.

Salvia. Salvie.

Salvia officinalis blev forsøgt i 1884. Frøet blev sået den 26. mai, spirede 11. juni. Planterne nåede kun en højde af 4" og gik alle bort om vinteren.

Analyse af Tysnæs-Meteoriten

af

Th. Hiortdahl.

Meteoriten faldt den 20de mai 1884, mellem 8 og 9 aften, på østsiden af Tysnæsøen (51 kilometer syd for Bergen). Der er fundet en stor sten på 18,95 kg, samt flere mindre stykker; alt det fundne udgjør 21,7 kg. Meteoriten opbevares på universitetets mineralkabinet, hvis bestyrer, professor *Kjerulf*, jeg har at takke for materiale til analysen.

Stenen, der er beskrevet og afbildet af Dr. *Reusch**), er en chondrit, der indeholder talrige større og mindre brudstykker; den består af bronzit, olivin, nikkeljern og magnetkis.

Til den chemiske analyse anvendtes stykker, der var fri for skorpe og for større brudstykker. Den grå eller grålig-blå farve, som sådanne stykker vise på det friske brud, taber sig temmelig hurtigt og går over i det brunlige, eftersom de meget rigeligt indsprængte *jern*partikler ruste. Jernkornene ere for det meste små, som oftest ikke over 1 milligram tunge; stykker på 2—3 milligram er alt noget sjeldne; det største jernstykke, jeg fandt, veiede 21 milligram. — Behandles meteoriten med saltsyre, undviger rigeligt svovlvandstof ved opløsningen af den tilstedeværende *magnetkis*. Sidstnævnte mineral synes at være mindre jævnt fordelt; i 2 forskellige prøver fandt jeg 1,77 og 2,10 pct. svovl, svarende til 4,48 og 5,31 pct. magnetkis (Fe_7S_8). — *Chrom*jernsten er også tilstede, men kun i meget ringe mængde; af *tin* påvistes et lidet spor, medens *kobber* ikke var at finde.

Den specifikke vægt ved $+ 15^\circ$ bestemtes på to forskellige, for skorpe frie, stykker:

3,645
og 3,693

*) Nyt mag. for naturvid 29. 309.

De til analysen udvalgte små stykker blev fint pulveriserede, og pulveret godt blandet; det veiede noget over 20 gr. Efterat endel heraf var anvendt til kvalitative prøver og til bestemmelse af svovl, phosphor og chrom, udførtes hovedanalysen på følgende måde:

Det ved 100° tørrede pulver behandlede med en opløsning af kviksølvsblimant; opløsningen filtreredes, og i filtratet blev — efter at det overskydende kviksølv var fjernet ved svovlvandstof og jernchloryret derpå overført til jernchlorid — gjentagende gange fældt med ædiksure natron, hvorpå nikkel og kobolt udfældtes som svovlmetaller i det ædiksure filtrat; mangan kunde ikke påvises. Efterat nikkel og kobolt var bestemt sammen, opløstes oxyderne i saltsyre, hvorpå kobolten sluttelig udfældtes ved nitroso- β -naphtol.

Det af kviksølvchloridet ikke angrebne residuum ophededes i vandstofgas, indtil alt kviksølv var forflygtiget, og behandlede derpå med saltsyre; den i saltsyre uopløselige del blev så, efterat den frie kiselsyre var fjernet, opsluttet med kulsur kali-natron.

Analysen gav følgende resultat:

	Fe	17,98
	Ni	1,58
	Co	0,13
	P	0,13
	Fe ₇ S ₈	5,31
	FeCr ₂ O ₄	0,03
	Sn	spor
opl. silikat	SiO ₂	14,68
	Al ₂ O ₃	0,49
	FeO	10,16
	MnO	0,23
	CaO	1,06
uopl. silikat	MgO	15,74
	SiO ₂	20,38
	Al ₂ O ₃	1,82
	FeO	3,15
	MnO	0,14
	CaO	1,05
	MgO	6,08
		<hr/> 100,14

Nikkeljernet har følgende procentiske sammensætning:

Fe	90,72
Ni	7,97
Co	0,66
P	0,65
	<hr/>
	100,00

Forholdet (Co,Ni) : Fe = 1 : 11.

Den procentiske sammensætning af den hele silikatmasse (A), af den i saltsyre opløselige del (B) og af den uopløselige del (C):

	A.	B.	C.
SiO ₂	48,57	34,65	62,48
Al ₂ O ₃	3,37	1,16	5,58
FeO	16,82	23,99	9,65
MnO	0,48	0,54	0,43
CaO	2,86	2,50	3,22
MgO	27,90	37,16	18,64
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100,00	100,00	100,00

At det opløselige silikat indeholder mindre kiselsyre end hvad der svarer til en olivinformel, medens det uopløselige har en større kiselsyremængde end bronzit*), er vel kun en følge af at man ved saltsyre ikke er istand til, skarpt at skille disse to bestanddele.

Tysnæsmeteoriten indeholder altså:

Nikkeljern	19,82
Magnetkis	5,31
Chromjernsten	0,03
Opl. silikat	42,36
Uopl. silikat	32,62
	<hr/>
	100,14

*) En på en ny prøve udført kontrollbestemmelse gav det ganske overensstemmende resultat 14,72 og 20,22 pct. SiO₂.

Beiträge zur Kenntniss der Eruptivgesteine des Christiania-Silurbeckens

unter Mitwirkung des Herrn Paul Jannasch

von

Heinr. Otto Lang.

(Fortsetzung und Schluss.)

Treten wir nun der schon oben gestellten Aufgabe näher, so dürfen wir als Repräsentanten des von Contactverhältnissen nicht beeinflussten Gesteinsgemenges die Vorkommen von Gunildrud (2), vom Tonsen Aas (6), vom Vettakollen (8 und 9) und wohl auch von Drammen (1) hinstellen. Nicht unerwartet würde mich der Vorwurf treffen, dass ein aus der Mitte der ausgedehnten »Granitfelder« stammendes Gesteinsstück, welches möglicher Weise abweichenden und vielleicht erst den eigentlichen normalen Bestand aufweisen werde, meiner Untersuchung gar nicht zu Grunde gelegen habe. Dieser Umstand, welcher sich einfach dadurch erklärt, dass ich noch weiter innerhalb der Granitfelder, als wo ich die untersuchten Proben entnahm, nirgends gute Gesteinsaufschlüsse angetroffen habe, ist an sich gewiss bedauerlich, aber trotzdem dürfte jener Einwand nicht stichhaltig sein. Denn einmal bietet die zunehmende horizontale Entfernung vom Gesteins-Rande keine Garantie dafür, dass man damit dem Gesteins-Innern in Wahrheit näher komme, da die Entfernungen von der Grenze gegen das Liegende oder von der früheren Grenze gegen das ursprüngliche Hangende unbekannte Grössen von möglicher Weise sehr geringen Werthen sind, und dann ist es auch nicht wahrscheinlich, dass diejenigen Verhältnisse, welche einen vom normalen abweichenden

Gesteinsbestand, sei es betreffs der Structur oder betreffs der Mineralcombination, bewirkten, einen genau zonaren Bau der »Granitmassive« entstehen liessen. Wenn wir in der Nähe der Gesteinsgrenze, wie z. B. am Vettakollen, etwas abweichende Gemenge (Saigerungsproducte) treffen, so resultirt dadurch noch nicht die Nothwendigkeit der Annahme, dass aller gleichweit von der Grenze befindliche Prädacit nur Saigerungsproduct ist; letztere können ebensogut im Centrum der »Granitfelder«, deren Eruptionspunkt wir ja gar nicht kennen, zur Ablagerung gekommen sein, und die Behauptung, dass die Gesteine vom Tonsen Aas u. a. gen. Orten nicht normales Gesteinsgemenge repräsentiren, bedarf erst eines besonderen directen Beweises.

Vergegenwärtigen wir uns dagegen zunächst die Verhältnisse, welche wir betreffs der Feldspathe des Gesteins nachweisen konnten. Wir vermochten drei, verschiedene Generationsstufen zu unterscheiden. Die ältesten Feldspathe haben sich ersichtlich während (z. Th. vielleicht schon vor) der Gesteinsruption ausgeschieden; als mit der Eruption sich die auf dem Gesteinsmagma lastende Spannung löste, welche wahrscheinlich auch eine Erstarrung desselben an seinem ursprünglichen Platze (Heerde) verbot, antwortete dieser Auslösung das Gesteinsmagma mit einer Spaltung, mit Aussaigerung von Feldspathen; diese Aussaigerung braucht aber nicht das gesammte zur Eruption gelangende Magma, sondern nur seine mehr oder weniger grosse Vorhut betroffen zu haben und werden die ausgesaigerten Feldspathe, welche ihres geringeren spec. Gewichtes wegen sich in den höchstgelegenen Magmapartien ansammeln mussten, von dem Magma mit fortgeführt worden sein; drängte nun das übrige Magma kräftig nach, so werden die mit schon ausgesaigertem Feldspathe mehr oder weniger reichlich beladenen Magmapartien bis zur äussersten Peripherie des entstehenden Massives geführt oder seitwärts gedrückt worden sein.

Mit der Aussaigerung der Feldspathe konnten also zweierlei Spaltungsproducte resultiren; nämlich einmal Parteien, welche an ausgesaigerten Feldspathen besonders reich sind und dann solche, welche ausschliesslich oder wenigstens wesentlich aus deren Mutterlauge, dem Residuum bei der Aussaigerung hervorgingen. Traf die Spaltung nicht das ganze Magma, so konnte dessen Rest einheitlich und »ungespalten« erstarrt das normale Gemenge zur Darstellung bringen, welches jenen gegenüber auch nur als Varietät erscheinen wird.

Von diesen drei möglicher Weise auch hier vorhandenen Varietäten ist aber nur die erste mit einem Kennzeichen ausgestattet, welches sie sofort zu bestimmen gestattet: dies ist der Reichthum an ausgesaigerten Feldspathen (1. Generation); die zweite und dritte Varietät dagegen, welche dieser Feldspathe ganz oder fast ganz entbehren, haben keine directen und überhaupt wenig sichere Unterscheidungsmerkmale; für die zweite dürfte man wohl auch vorwiegend peripherische Lage vermuthen und die dritte müsste sich als (summarisches) Mittelglied im chemischen Bestande zwischen jenen beiden darstellen.

Mustern wir darauf hin die untersuchten Vorkommen, soweit solche nicht offenbar oder möglicher Weise durch den Contact beeinflusste Parteen darstellen, so bieten sich uns in den Gesteinen des Vettakollen ersichtliche Spaltungsproducte der ersten Art; die Gesteine vom Tonsen Aas (6), von Gunildrud (2) und von Drammen würden dagegen den beiden anderen Varietäten zuzurechnen sein; bei den unter ihnen obwaltenden Verschiedenheiten ist es aber unwahrscheinlich, dass sie alle drei ein und derselben Varietät angehören, eventuell den normalen Gesteinsbestand repräsentiren; zwar sind sie sich darin ähnlich, dass sie die drei grobkörnigsten Vorkommen darstellen und auch alle drei sehr arm an Bisilicaten, Glimmer und Erz sind, aber im Uebrigen und besonders in der wichtigsten Beziehung, dem Verhältnisse von Kali- zur Natronfeldspaths substanz, zeigen sie zu auffällige Differenzen. Es ist daher geboten, zunächst die Frage zu beantworten, welche von den genannten Gesteinen wohl auch Spaltungsproducten, resp. der 2. Varietät entsprechen dürften. An solchen werden wir, wie schon erwähnt, wohl z. th. auch »peripherische Charaktere« zu entdecken erwarten dürfen, entscheidender aber muss ihr gegentheiliges Verhältniss der Feldspaths substenzen sein, welches sie als »Mutterlaugen« bei der Aussaigerung der Plagioklase 1. Gener. kennzeichnet.

Bei der beschränkten Wahl wird diese Frage zunächst für das Gestein von Drammen bejaht werden, weniger seiner Local-Verhältnisse wegen und auch nicht wegen seines spärlichen Gehaltes an Albiten 1. Gener., der es obiger Hypothese zu Folge der Peripherie zuweist, vielmehr wegen seiner zur granophyrischen und überhaupt porphyrtartigen hinneigenden Structur; vielleicht ist auch schon, wie oben bei No. 10 erwähnt wurde, die pegmatitische

Verwachsung eine für dieses Gestein auf Contact- und periphere Parteen beschränkte Erscheinung.

Mit dem Vorkommen von Drammen stimmt aber ersichtlich das leider noch nicht chemisch untersuchte von Gunildrud (2) in dem wichtigsten Verhältnisse der Feldspathssubstanzen überein, so dass auch dieses mit zu der 2. Gesteins-Varietät gehören dürfte; letztere wäre also dahin zu charakterisiren, dass sie ein der Granit-Familie angenähertes Spaltungsproduct repräsentire, in welchem die Orthoklas-Albit- sowie Albit-Mikroclin-Perthite herrschen und die Natronfeldspathssubstanz nur um ein Geringes vor der Kalifeldspathssubstanz vorwaltet.

Darnach bleibt als Repräsentant der dritten supponirten Varietät, des normalen Gesteinsgemenges, nur das Vorkommen vom Tonsen Aas (6) übrig. Dasselbe gehört zu den zuletzt mit erstarrten Gesteinspartieen, wofür die Parteen mit Feldspathen 3. Generation in demselben zeugen; entscheidender aber spricht seine *chemische Mittelstellung* zwischen den Spaltungsproducten dafür, dass hier das normale Gesteinsgemenge vorliege. Diese chemische Mittelstellung betrifft allerdings nicht alle Verhältnisse, sondern nur das wesentlichste Verhältniss zwischen den Feldspathssubstanzen, findet aber auch seinen Ausdruck in den bezüglichen Feldspath-Combinationen (hier herrschen Albit-Oligoklas-Perthite neben Orthoklas-Albit- und Orthoklas-Oligoklas-Perthiten, in dem Vorkommen von Drammen und Gunildrud aber Albit-Mikroclin- und Orthoklas-Albit-Perthite, endlich am Vettakollen treten neben den Perthiten vom Tonsen Aas die Plagioklase 1. Gener. in gleicher Masse auf); betreffs des Quarzgehaltes nimmt dagegen dieses Vorkommen sogar nicht bloss einem Spaltungsproducte, sondern allen untersuchten Vorkommnissen gegenüber eine Ausnahmestellung ein, da es Quarz-ärmer als jedes andere ist; da aber die eigentliche Contactfacies noch quarzreicher erscheint, als die zunächst in Betracht gezogenen Spaltungsproducte, so ist es ja immerhin möglich, wie auch weiter unten dargelegt wird, dass der verhältnissmässige Quarz-Reichthum nur eine periphere Eigenthümlichkeit und dagegen die Quarz-Armuth (welche aber nach mikroskopischer Schätzung keine so bedeutende ist, als man aus der Bauschanalyse nach Abzug der Feldspathssubstanzen errechnet und die ausserdem auch, wie das zweite untersuchte Handstück zeigt, in anderen Parteen desselben Vorkommens nicht so hochgradig obwaltet) für das normale Gesteins-Innere charakteristisch ist. Was nun jene

Mittelstellung betreffs der Feldspathsubstanzen betrifft, so wird dieselbe bei der Gegeneinanderstellung betreffender Verhältnisszahlen für die drei betrachteten Gesteine allerdings nicht sofort deutlich: die Masse der Kali- verhält sich zu der der Natronfeldspathsubstanz

im Gestein von Drammen (s. oben)	. .	wie 30 : 32
» — » Tonsen Aas	— . .	wie 36 : 56
» — » Vettakollen (arithmet. Mittel der betr. aus den 4 Analysen berechneten Zahlen	. .	wie 20 : 46

bringt man aber vorstehende Verhältnisse auf ihren gemeinsamen Generalnenner (82432), so tritt die Mittelstellung für Tonsen Aas deutlicher hervor. Auf 82432 Theile Natronfeldspathsubstanz kommen dann an Kalifeldspathsubstanz

im Gestein von Drammen	77280 Theile
» — » Tonsen Aas	52992 —
» — » Vettakollen	35840 —

Dabei ist die Kalkfeldspathsubstanz, als an sich nicht berechenbar, nicht mit in Betracht gezogen, aber ein Blick auf die Bauschanalysen wird überzeugen, dass auch hier Tonsen Aas eine Mittelstellung (in gleicher Weise auch bei den Eisen-Oxyden und der Magnesia) einnimmt. Die oben gegebene Darstellung seines mikroskop. Befundes zeigt übrigens, dass dieses Vorkommen auch betreffs der übrigen Mineralcombination als Mittelglied und Norm anerkannt werden darf und wird diese Stellung, trotz der Quarzarmuth des analysirten Handstückes, schon bei Vergleichung der *Sauerstoff*-Summen der 3 neu analysirten Vorkommen erkennbar, nämlich I. 48, 58*); II. 46, 79; III. 45, 75.

Das bereits als Spaltungsproduct angeführte Gestein vom Vettakollen offenbart seine Sonderstellung weniger in der Structur, aber desto mehr in der Mineralcombination. Die Structur nähert sich allerdings z. Th. mehr der porphyrartigen und ist im Allgemeinen feinerkörnig, das sind aber ebensowohl Symptome peripherischer Lage als wie vom Spaltungsprocesse. Die Mineralcombination jedoch wird in erster Linie alterirt durch den verschieden grossen, aber immer sehr bedeutenden Gehalt an Feldspathen 1. Generation, erst in zweiter Linie und nicht stets in auffälliger Weise (10) durch

*) Zu beachten ist, dass bei der Procent-Berechnung die Summe von I um ca. 1 Procent geringer ist als von II und III.

reichlichere Einmischung von Bisilicaten, Erz u. s. w. — Wahrscheinlich wegen seiner ersichtlichen Verschiedenheiten von dem normalen Gesteinsgemenge hat Brögger diesem Vorkommen oder einem Theile desselben (dem »grauen Syenit«) geologische Selbstständigkeit zugeschrieben; diese Behauptung würde den Nachweis der localen Abgrenzung verlangen, welchen Brögger nicht beigebracht hat und auch nicht im Stande sein dürfte beizubringen. Der Uebergang von »rothen« und »grauen Syeniten« wird nach Beobachtung der Gesteinsgrenze auf weitere Erstreckung hin ganz allmählich vermittelt. Für die Zugehörigkeit des Vettakollengesteins zu dem Massive des normalen Gesteins spricht dagegen einmal der Umstand, dass die beiden Gesteinsvarietäten gemeinsamen Gemengtheile gleiche Ausbildungsweisen besitzen, und dann der, dass die hier anscheinend neuen Gemengtheile, wie Augit und braune Hornblende, auch in der Contact-Facies des normalen Gesteines auftreten. Das Vettakollen-Gestein nur als Gesteins-Facies, als Spaltungsproduct aufzufassen, dazu ermuthigt meiner Meinung nach vor Allem seine nicht zu übersehende Variabilität im Mineralbestande. Solche Variabilität scheint nämlich charakteristisch zu sein für die Spaltungsproducte grösserer Gesteinsmassen, wenigstens wenn man die Verhältnisse des Ostrand des Brocken-Massivs im Harz (Prädacit etc. der Hohne) nach *Lossen's* Schilderung mit in Betracht zieht. Diese Variabilität äussert sich beim Vettakollen-Gesteine in jeder Weise und erklären sich durch sie auch leicht die verschiedenen Angaben verschiedener Petrographen über den Bestand dieses Vorkommens; sie können alle Recht gehabt haben*). Betrachten wir diesbezüglich die 3 Nummern vom Vettakollen: 8, 9 und 10; während in letzterer die Plagioklase 1. Generation etwa $\frac{4}{5}$ der ganzen Feldspathmasse ausmachen, kommen sie in No. 8 den Feldspathen 2. Gen. an Masse nur ungefähr gleich, und in No. 9 überwiegen sogar anscheinend letztere; in 8 und 9 finden sich von der grünen Hornblende auch reichlich Mikrolithen, in 10 nicht; der grünen Hornblende gesellt sich in No. 9 auch braune und zwar reichlich, welche in No. 8 und 10 ganz vermisst wird, wogegen Augit und brauner Glimmer,

*) *Liebisch* beschreibt, Zeitschr. d. geolog. Gesell. 1877, 721, von diesem Fundpunkte ein dem Gestein No. 8 ähnliches, *Brögger*, l. c. 311, ein in manchen nicht unwesentlichen Beziehungen abweichendes Gestein; übrigens dürfte das von letzterer für Eläolith angesehene Mineral in Wahrheit Quarz gewesen sein.

welche in diesen Gesteinen auftreten, in No. 9 fehlen; No. 8 und 9 führen reichlich Erz, daneben Zirkon, aber keinen Titanit, No. 10 letzteren reichlich, keinen Zirkon und wenig Erz.

Als zu diesem Spaltungsproduct zugehörig und in Folge dessen als eine Apophyse des Massivs, nicht als quasi selbstständigen Gang (welches, wie oben dargestellt, wahrscheinlich das unter 5 beschriebene Vorkommen bildet) muss das unter No. 12 beschriebene Gestein hier gleich angeführt werden. Dasselbe illustriert ausgezeichnet die obigen theoretischen Betrachtungen über die Gesteins-Eruption. Bei porphyrtiger Structur enthält es als Einsprenglinge nur Fragmente von Plagioklasen 1. Generation, während in seiner Grundmasse die Feldspathe 2. Generation herrschen; betreffs der übrigen Mineralführung vermischt es Züge von 8 und 9, und obwohl seinem gesammten Mineralbestande nach die Zugehörigkeit zu jenen offenbar ist, kann man doch auch an ihm wieder Belege für die Variabilität finden.

Betreffs der *endomorphen Contact-Facies* müssen wir unterscheiden zwischen den *Contact-Partieen der grossen Massive* und denjenigen von wenig mächtigen Gängen und von Trümmern. Diese Unterscheidung erfordert die Rücksicht auf die Massenverhältnisse, denn bei den grossen Massiven dürfen wir schon a priori erwarten, dass das Eruptivgestein im Contact sich mehr activ und nur wenig passiv gezeigt haben werde, während die wenig mächtigen Trummassen äusseren Einflüssen fügsamer sein mussten.

Von ersteren Contact-Partieen sind 2 untersucht worden, deren Nebeneinanderstellung Bedenken erregen mag, denn während No. 10 den Contact gegen die benachbarten Gesteinsmassen zeigt, stammt No. 3 von einem Contactringe um eine eingeschlossene Schieferscholle; letztere muss nothwendiger Weise schneller vom Magma temperirt, d. h. seiner eigenen Temperatur nahe gebracht worden sein, als wie angrenzende Gesteins-Massen. Was aber die beim Contact jedenfalls einflussreichen Druckverhältnisse betrifft, nämlich sowohl den vom Magma direct ausgeübten Druck als auch den der eventuell durch den Contact, resp. bei demselben entwickelten Gase, so dürfte für beide untersuchte Partieen ein bedeutender Unterschied nicht geherrscht haben: die Schieferscholle war da wahrscheinlich hermetisch abgeschlossen, die im Liegenden der Prä-dacit-Masse befindliche Masse des Nachbargesteins aber wohl so ziemlich auch. So erklärt es sich, dass unter beiden Verhältnissen

wesentlich dieselben Contacterscheinungen auftreten oder richtiger gesagt in dem erwarteten Grade vermisst werden. Recht offenbare Contactwirkungen wenigstens fehlen an beiden Orten. Wenn *Brögger* a. a. O. sagt, nur die Korngrösse nimmt der Gesteinsgrenze zu »etwas ab«, so muss selbst diese Thatsache als nicht durchweg vorhanden und als von überhaupt nicht auffälliger Ausbildung bezeichnet werden, denn, wie angegeben, finden sich Partien gleicher Korngrösse wie die der Contact-Zone beim Gesteine No. 10 auch von letzterer entfernt, und was das Vorkommen No. 3 betrifft, so erscheint ja da die Grenzzone makroskopisch z. th. noch grobkörniger als wie das Hauptgestein. Zwei andere, schon mehrfach erwähnte Erscheinungen kommen Einem erst bei der Betrachtung der Trümer, in deren geringeren Massen die Contacteinfüsse natürlich deutlichere Producte hervorrufen konnten, zum rechten Bewusstsein, sind dagegen hier nicht besonders auffällig und sind hier vielleicht auch eher als peripherische denn als nur durch den Contact bewirkte Erscheinungen aufzufassen, nämlich der reichlichere Quarz-Gehalt und, nur möglicher Weise, da sie in manchen Trümmern auch vermisst wird, die pegmatitische Verwachsung.

Dass ich den *grössern Quarzgehalt* nicht nur für eine Contact-, sondern auch für eine der »Spaltung« verwandte, peripherische*) Erscheinung gelten lassen möchte, rührt daher, dass in Trümmern nicht nur die etwa unterscheidbaren Randzonen besonders quarzreich und zwar *quarzreicher als das Trüm-Innere* sind, sondern auch *letzteres* immerhin noch, resp. das Trüm-Ganze *an Quarz stets reicher* ist, als das benachbarte Hauptgestein.

Dieser grössere Quarzgehalt ist hier die allgemeinste, durchgreifendste und auffälligste Contacterscheinung; die übrigen besitzen keine allgemeine Verbreitung.

Natürlich darf man die Verhältnisse der Trümer, insbesondere diejenigen ihrer Mineral-Combination und Structur, zunächst nur mit denjenigen der benachbarten Hauptgesteine in Vergleich bringen und darf man dabei, schon in Anbetracht der Massenverhältnisse des Hauptgesteins und der Trümer, auch die Massen der Trüm-Innern, soweit sich solche von ^mRandzonen unterscheiden lassen,

*) Diese Erscheinung dürfte mit der bekannten Thatsache in Verbindung zu bringen sein, dass Porphyrgesteine im Allgemeinen kieselsäurereicher zu sein pflegen als die ihnen verwandten »körnigen«.

als unter Contacteinfluss*) gebildet (»Contact-Facies«) betrachten. In der That erklären sich so auch die betr. Verhältnisse der Trümer am Einfachsten, sowohl was Structur wie Mineralbestand betrifft, bis auf eine Ausnahme: das ist der reichliche Gehalt brauner Hornblende, sowie auch von etwas Augit in dem Trum (No. 7) am Tonsen-Aas, wodurch das Trum vom Hauptgesteine abweicht.

Dass dagegen in diesem Trume die Feldspathe weder Generationsstufen noch sonst deutliche Charaktere erkennen lassen, dagegen ihre Verhältnisse eine gemeinschaftliche, plötzliche und schnelle Erstarrung andeuten, ist meiner Meinung nach recht wohl als Contacterscheinung aufzufassen; ebenso die porphyrtartige Structur des Haupttrums von Gunildrud (No. 5). — Warum die Structur der Trümer unter einander nicht übereinstimmt, vermag ich aber ebensowenig anzugeben, wie den Grund der Unbeständigkeit anderer Contacterscheinungen**).

Im Allgemeinen sind die *Trümer* etwas *kleinkörniger* als die Prädacit-Massive und noch feinkörniger sind, wo besondere Randzonen unterscheidbar sind, die letzteren. Dadurch schon resultirt ein *symmetrischer*, an Erzgänge erinnernder *Bau* der Trümer, welcher durch manche andere Umstände noch mehr hervorgehoben wird, so im Trum No. 4 durch die den Trum-Grenzen zu immer inniger sich gestaltende Pegmatit-Bildung, noch mehr aber durch die sowohl in diesem Trume wie in denen No. 5 und 7 sich zeigenden *Abweichungen der Randzonen im Mineralbestande* von dem Trum-Innern.

Bei dem Trum No. 7, wo die für diese Randzone besonders charakteristischen Hornblende-Säulen der Grenze meist parallel angeschmiegt lagern, dürfte die Abweichung dieser Zone im Mineralbestande eine wesentlich endomorphe Erscheinung sein (eine geringe Betheiligung von Hornfels-Gemengtheilen an ihr ist, wie später beschrieben wird, allerdings auch zu erkennen); im Trum

*) Die eventuell an der Gesteinsgrenze stattgehabte beschleunigte Erstarrung — sowie deren Ausflüsse — ist meiner Ansicht nach entschieden eine Contactwirkung, wenn auch *E. Dathe* im Jahrb. d. Preuss. geol. Landesanst. 1883, S. 148, dies nicht anerkennt und den Begriff der Contact-Metamorphose hineinverwirrt; *Metamorphose* kommt dabei gar nicht in's Spiel.

**) Deren zusammenfassende, alle untersuchten Gesteine berücksichtigende Betrachtung Gegenstand eines Schluss-Capitels dieser Serie von Beiträgen bilden soll.

No. 4 aber trägt nicht unwahrscheinlicher Weise Substanz des Nachbargesteines die Mitschuld und für No. 5 dürfte der Einfluss des letzteren unzweifelhaft sein.

Die Verhältnisse des letztbetrachteten Vorkommens, die beobachteten *Resorptionerscheinungen*, legen die Frage nahe, ob nicht auch da, wo wir solche direct nicht beobachten, insbesondere an der Grenze der Massive (No 3 und 10) Resorption*) stattgehabt haben könne.

Da von den Trümmern einzelne die Belege liefern, dass dem Magma Resorptionsfähigkeit innewohnt hat, könnte man nämlich weiter schliessen, dass das Gesteinsmagma überall resorbt habe, nicht bloss an den Stellen, wo wir direct solchen Vorgang nachweisen können; dass wir letzteres nicht überall, insbesondere nicht überall an der Grenze des Gesteins-Massivs, vermögen, liesse sich vielleicht durch die grössere »Verdauungskraft« desselben erklären gegenüber dem »schwächeren Magen« der Trümer, welche noch Reste der Mahlzeit in mehr oder weniger angegriffenem Zustande enthalten.

Eine Erörterung dieser Möglichkeit für vorliegenden Prädacit erscheint mir nicht überflüssig in Anbetracht des Umstandes, dass andere Autoren recht üppig mit jener wirthschaften, wie z. B. *A. W. Howitt* die relative Basicität des unserem Prädacit ähnlichen Quarzglimmerdioritmassives von Noyang, Victoria, gegenüber den jüngeren Porphyritgängen durch massenhafte Resorption der durchbrochnen Schichtgesteine erklärt.

Bei dieser Erörterung müssen wir uns immer gegenwärtig halten, dass gegenüber dem Eruptivgesteine, sowohl dem fertigen, noch mehr aber dem supponirten flüssigen und resorbirenden, die Schichtgesteine im Allgemeinen basischer, kieselsäureärmer sind.

Hätte nun eine Resorption im Grossen, eine Vermischung beiderlei Substanzen stattgehabt, so hätte dieselbe so lange andauern müssen, als das eruptive Magma noch resorptionsfähig, also wohl noch kieselsäurereicher war als die Nachbargesteine.

Dieses Ziel der Resorption, den gegenseitigen Ausgleich, hätte

*) Des Ausdruckes »Resorption« habe ich mich hier wie sonst im Texte für die Erscheinung des schrittweisen Aufzehrens bedient, weil mir eben kein besserer (»Sorbtion«) als gebräuchlich bekannt ist; obwohl ich von seiner Vorsilbe »re« bezügl. der gerade hier gemeinten Vorgänge Missverständnisse befürchten muss, erschien mir der Ausdruck doch noch bezeichnender als das Wort Auflösung (Solution).

im vorliegenden Falle, wie die Vergleichung der Prädacit- und Hornfels-Analysen zeigt, das Gestein vor seiner Erstarrung nicht erreicht, der Prädacit wäre also quasi in statu resorptionis erstarrt.

Demzufolge müssten wir, von den Gesteinsgrenzen ausgehend, von basischen Mischproducten zu immer säurereicheren Gesteinspartieen gelangen, je weiter wir im Prädacite vorschreiten.

Dem entsprechen die beobachteten Thatsachen entschieden nicht; allerdings ist der, gerade für jene Annahme unbequeme grössere Quarz-Reichthum der peripherischen und Contact-Partieen dafür nicht entscheidend, weil er nicht nothwendig auch einem grösseren Kieselsäuregehalte entspricht, aber auch die Analysen der Vorkommen, unter denen das von Drammen der Grenze am nächsten sein dürfte, widersprechen derselben.

Ferner müsste man doch erwarten, da ja der Prädacit noch resorptionsfähig, in statu resorptionis, erstarrt ist, überall oder doch wenigstens recht oft noch erst halbresorbirte Reste in ihm zu entdecken, deren vollkommene Resorption die Erstarrung verhinderte. Das ist aber weder in No. 3 noch 10 der Fall. Man würde wohl in den Quarzkörnern, als den für das kieselsäurereichere Magma am Wenigsten genehmen (assimilations-lustigen) Körpern, am Ehesten derartige Residuen vermuthen können, aber diese erweisen sich nach der Natur ihrer Einschlüsse sowie z. th. auch nach ihrer pegmatitischen Verwachsung als echte Prädacitgemengtheile.

Nach meinen an dem jüngeren Porphyrite des Christiania-beckens gemachten (1879 in d. Zeitschr. f. ges. Naturw., Halle, veröffentlichten) Beobachtungen hat es überhaupt den Anschein, als ob nur ganz kleine Gesteinsfragmente der Resorption erlügen, solche von 1 cm und darüber Durchmesser dagegen von ihr kaum oder nur sehr wenig angegriffen würden. Nun ist allerdings einzuräumen, dass sich diese Resorptionsfähigkeit mit der Masse und der Temperatur des resorbirenden Magmas steigern wird, dass also ein mächtigeres Trum resorptionsfähiger ist als ein schmales. In welcher Progression der gegenseitigen Massen-Verhältnisse aber die Resorptionsfähigkeit andauert, ist noch gar nicht ermittelt; es müsste erst noch besonders eruiert werden, ob das Eruptivgestein, welches wohl allen pulverigen Detritus des Nachbargesteines verschlucken kann, auch nur ein einziges gröberes Fragment, eine »Scholle« desselben zu resorbiren vermag. Für den vorliegenden Prädacit sprechen die Beobachtungen an den eingeschlossenen Hornfels-Schollen wenigstens dafür, dass auch hier die gröberen Fragmente von Resorption fast gar nicht ergriffen worden sind.

Die den *exomorphen Contactwirkungen* dieses Prädacites zuzurechnenden Erscheinungen sind bekanntlich schon von *Hausmann's* und *Buch's* Zeiten her Gegenstände der Forschung gewesen und dürfte wohl kaum ein einziger Geologe anzuführen sein, welcher über das Christiania-Gebiet Etwas veröffentlicht hat und nicht auch dieser Erscheinungen gedacht hätte. Einerseits machen nun diese vielen Vorarbeiten eine Neubearbeitung schwierig, wenn man nicht Gefahr laufen soll, leeres Stroh zu dreschen, andererseits ist auch die Ausdehnung des Contact-Ringes eine so grosse und sind die bereits angeführten Contactproducte so manichfaltige, dass man wohl begreifen wird, wie ich Bedenken trug, auf Grund von verhältnissmässig nicht sehr zahlreichem Untersuchungsmateriale die Contact-Metamorphose zu schildern. Meine Bedenken wurden erst gehoben, als ich durch die Vergleichung mit den diesbezüglichen Forschungs-Resultaten *Penck's* (Nyt Magaz. f. Nat. 1879) und vor Allen *Brögger's* zur Erkenntniss gelangte, dass die wichtigsten Ergebnisse dieser sowie auch meiner Forschungen in recht schönen Einklang zu bringen sind, dass die anfänglich abschreckende Manichfaltigkeit der Contact-Producte nur die Kalk-reichen Schichten betrifft, und dass auch das Gesamtbild der Contact-Zone hervorstechende Züge wiederfinden lässt, welche nach den Forschungen *Lossen's*, *Rosenbusch's* u. A. die Contactgebiete anderer Regionen besitzen.

Daraufhin wage ich es im Nachstehenden ein Bild von der Contact-Metamorphose zu entwerfen, indem ich die den einzelnen Stadien des Umwandlungsprozesses und dessen verschiedenen Substraten entsprechenden Producte schildre. Diese Schilderungen, als das Beweismaterial für die daran angeknüpften Behauptungen und Erörterungen, basiren zwar selbstverständlich nur auf eigenen Untersuchungen, doch verdanken wir es, was ich nochmals betonen möchte, vorgenannten Forschern, wenn ich in Rücksicht auf deren Beobachtungen meine Untersuchungsergebnisse als allgemeiner gültig hinstellen darf.

Eine Beschränkung trat dabei jedoch in der Weise ein, dass die Contact-Producte von Alaunschiefern, welche meines Wissens innerhalb dieses Gebietes nirgends in unmittelbare Nähe des Prädacits treten, sowie von Quarz-reichen Schichtgesteinen wie Sandsteinen, Grauwacken, deren geringe Empfänglichkeit für Contact-Metamorphose schon die Erfahrung in anderen Gebieten lehrte, von der Untersuchung ausgeschlossen blieben, da ich aus ange-

gebenen Gründen ihnen auch beim Material-Einsammeln keine Beachtung geschenkt habe.

Dass *Brögger* bei seiner Darstellung der Contacterscheinungen der Silur-Etagen 2 und 3 sorgfältig immer das Gestein gleicher *Altersstufe* im unveränderten und im veränderten Zustande in Vergleich bringt, in der Absicht, auf diese Weise die Art und den Grad der Umwandlung zu beweisen, wird von jedem Forscher gewiss dankbar als sehr lehrreich anerkannt werden; doch wird die Exactheit dieser Methode von ihm und wohl auch von Anderen ersichtlich *überschätzt*. Durch die Ermittlung des petrographischen Zustandes desjenigen unveränderten Gesteins, welches dem metamorphosirten in der Altersstufe ganz genau entspricht, ist noch gar nicht der Beweis geführt, aus welcher Art von Gestein das letztere entstanden sei, denn in Wahrheit ist die *Altersstufe* hier *irrelevant*; in Frage kommt doch nur der *petrographische*, resp. substantielle *Zustand*, welcher bei deuterogenen Schichtgesteinen, ihren Bildungsverhältnissen entsprechend, für die ganze Erstreckung einer Schicht nicht derselbe zu sein braucht. *Brögger* hat die Unzuverlässigkeit seiner Methode auch wohl selbst empfinden müssen, als er für die a. a. O. auf S. 350 beschriebnen 5 meter mächtigen »violetten Kalkhornfelse«, welche aller Analogie zu Folge aus kalkreichen Schichten (Stinkkalken) hervorgegangen sein dürften, durch die Parallelstellung mit der unveränderten Schichtreihe zur Behauptung (S. 367) geleitet wurde, dieselben seien aus Alaunschiefern hervorgegangen.

Wenn ich also auch nicht die Altersstufe der von mir untersuchten Stücke durchweg ganz genau angeben und eventuell die Altersgleichheit mit einander verglichener Gesteine behaupten oder verbürgen kann, so halte ich doch eben aus vorgenanntem Grunde meine Beobachtungen nicht für werthlos.

In petrographischer Beziehung kommen bei den metamorphosirten Schichtgesteinen hier nur drei Typen in Betracht, nämlich einmal die Thonschiefer, dann die Kalksteine*) und endlich die Mittelglieder zwischen beiden.

Von den *unveränderten Thonschiefern* schenkte ich nur solchen aus jüngeren silurischen Etagen als wie II und III Beachtung, deren Verhältnisse *Brögger* beschrieben hat**).

*) Dolomite kommen bekanntlich daselbst nicht vor.

**) Auch aus diesem Grunde haben wir hier nicht mit eigentlichen Alaunschiefern zu thun; die mikropetrograph. Charakteristik der letzteren im

Bei Auswahl des Untersuchungs-Materials wurde natürlich vermieden, die Stücke aus der Contactsphäre von (anderen) Eruptivgesteinen zu entnehmen. Zur Untersuchung kamen, sämtlich aus Silur-Etage IV (?):

1) Graptolithen-führender Thonschiefer vom Tyveholm in Christiania, ebenflächig spaltbar nach Schichten von 6 mm Dicke.

2) Dickschiefriger Th. ebendaher, vom Südwestvorsprunge, 1 m entfernt von einem Grünsteingänge; Material zur Analyse VII der folgenden Tabelle.

3) Feinblättriger Th. ebendaher, von der äussersten Südwestspitze; Mat. z. An. VIII.

4) Griffelschiefer von Incognito in Christiania; vergl. *Kjerulf's* Silurb. S. 34. (Anal. IX).

Letztere Schiefer bilden in steil geneigter Stellung eine Bodenwelle; die Schiefer des Tyveholm fallen bei generellem Streichen in h. 4 mit 45° nach NW; sie führen Cementkalk-Knollen, aber nicht besonders reichlich, und sind auch von Kalkspathadern in den verschiedensten Richtungen durchsetzt; die von solchen größeren Adern freien, der Untersuchung unterworfenen Stücke (auch von No. 4) liessen bei Behandlung mit schwacher Säure durch Aufbrausen erkennen, dass nicht selten ganz feine, mit blossen Auge kaum bemerkbare helle Adern im Gesteine, sowie helle, glänzende, Blättchen-ähnliche Beläge auf Schichtfugen aus Kalkkarbonat bestehen. — Die Farbe der Schiefer ist schwarz, ihr Glanz matt, die generelle Härte steigt meist über die des Kalkspathes, nur bei No. 3 ist sie geringer, bei No. 2 ungefähr gleich-gross (doch lässt sich dieser noch leicht sägen). Während Splitter von Graptolithen-führendem Schiefer der Etage III, z. B. von Gulsrud am Thyri-Fjord, vor dem Löthrohre (Oxyd-Flamme) ausbleichen ohne zu schmelzen, geben alle vorangeführten Schiefer Schmelzen, der Griffelschiefer dabei zugleich ausbleichend, die Schiefer vom Tyveholm dagegen nur schwach und meist fast gar nicht bleichend, dafür aber sich etwas röthend.

U. d. M. erweisen sich die Thonschiefer vom Tyveholm auffallend arm an schwarzem, mit einiger Wahrscheinlichkeit dem Kohlenstoffe oder einer Kohlenstoffverbindung zuzurechnendem

normalen Zustande gegenüber den jüngeren Schiefern des Christiania-beckens habe ich schon in d. Zeitschr. f. ges. Naturw., Halle 1879. S. 805, gegeben und von ihren metamorph. Erscheinungen im äusseren Contactringe berichtete eingehend *Brögger*.

Pigmente; letzteres erscheint vielmehr oft griesig, und zwar trübe, grau und an das bekannte staubige Verwitterungsproduct der Feldspathe erinnernd, oder dunkler und bräunlich, in diesem Falle wohl einem Eisenoxyde entsprechend, seine Natur scheint aber im Allgemeinen sehr verschiedenartig zu sein und partienweise zu wechseln; in No. 1 z. B. erscheint die Färbung wesentlich bedingt durch in lockeren oder dichteren Haufwerken auftretende äusserst kleine, dunkel umrandete, innen oft helle oder zuweilen röthliche (Rutil? Eisenoxyd?), meist aber trübe, an Globuliten erinnernde runde Körnchen. — An die bekannten, ebenfalls pigmentirenden »*Thonschiefernädelchen*« erinnernde Gebilde wurden, trotz eifrigen Suchens, nur spärlich in No. 4, noch spärlicher in No. 2 gefunden; in No. 3 ist ihre Existenz fraglich, in No. 1 aber wurde auch keine Spur von ihnen entdeckt. Welchen Gemengtheil man nun als Träger der im Gesteine nachgewiesenen Titansäure an ihrer Stelle (da sie nach *Sauer* und *Cathrein* aus Rutil bestehen) gelten lassen soll, muss dahingestellt bleiben; in No. 1 enthalten vielleicht die erwähnten Globuliten-ähnlichen Gebilde Titansäure und sonst könnte man auch in wechselnder Anzahl und Grösse (bis 0,01 mm) durch die Schiefer verbreitete regellos gestaltete aber immer abgerundete, trübe, graue, opake (Leukoxen?*)-Körnchen als aus ihr bestehend betrachten. — Ferner sind als pigmentirend aufzuführen die z. th. mehrere Millimeter Grösse erreichenden opaken *Erz-Körnchen* und Würfelchen; weder im Gesteine noch durch Klein'sche Lösung isolirt lassen dieselben an ihren Aussenflächen Metallglanz erkennen, sondern sind matt und schwarz; erst der Querbruch zeigt ihre Zugehörigkeit zum *Schwefelkies*. Das in grösseren bis ganz kleinen Flecken weit verbreitete *Eisenoxydhydrat* mag z. th. aus demselben hervorgegangen sein. — Meist sind in Dünnschliffen der Tyveholm-Schiefer die pigmentirenden Partikelchen ganz untergeordnet, oft nur als ganz kleine Haufwerke und Flatschen spärlich über das Gesichtsfeld vertheilt; auch schwankt ihre Menge schichtweise, indem man flach linsenförmigen Schichtkörperchen entsprechende Schlieren von an Pigment reicheren Materiale im Pigment-armen beobachtet; reicher daran ist der Griffelschiefer (4) und tritt in der Form und Lagerung der feinstkörnigen Pigment-Schlieren desselben ebenso

*) Denselben erwähnt auch *Hawes* aus Andalusit-führendem Thonglimmerschiefer der Contactzone des Albany-Granits.

wie in der Lagerungsweise der anisotropen Gemengtheile die Schieferstructur deutlich hervor.

An *isotroper Substanz* (Basis) sind die untersuchten Schiefer im Allgemeinen arm; nur No. 1 ist an solcher etwa ebenso reich wie der wohl allbekannte Thonschiefer von Kaup a. Rh.; zugleich besitzen in demselben die anisotropen Gemengtheile die geringste Grössenstufe; ärmer an Basis ist No. 4 und noch ärmer No. 2 und 3; in No. 3 lässt die ganz zurücktretende Basis gelblichgrünen Farbenton erkennen.

Unter den (nicht pigmentirenden) *anisotropen Gemengtheilen* kann man zwischen *körnigen* und *blättrigen* unterscheiden; stenglige, etwa an Hornblende erinnernde Bestandtheile sind wenigstens nur in ganz verschwindender Menge zugegen. Erstere, deren klastische Natur wohl von keiner Seite angezweifelt wird, treten in partienweis sehr wechselnden Grössenstufen und Mengen auf; merkwürdiger Weise besitzen sie in dem dünnstiefriesten der untersuchten Vorkommen (No. 3) das grösste Korn, durchschnittlich 0,02 mm, und walten in demselben Schiefer zugleich an Masse vor den blättrigen Gemengtheilen und der isotropen Basis vor. Der deuteren Bildungsweise des Gesteins entsprechend darf man unter ihnen Vertreter aller möglichen Mineral-Arten erwarten, doch erscheint ihre ganz überwiegende Menge farblos (unter den gelben Fragmenten besaßen manche zw. + N. lebhaft irisirendes Farbenspiel) und dürfte dieselbe, obgleich die Verhältnisse eine durchaus sichere Bestimmung nicht gestatten, wohl ohne Widerspruch grösstentheils dem *Quarze*, zu einem allerdings geringeren Theile auch dem *Feldspathe*, insbesondere dem *Orthoklase* zugerechnet werden. Charakteristische Interpositionen oder Structuren (lamellare Viellingsbildung, Spaltbarkeitsverhältnisse) liessen sich nirgends an ihnen constatiren; die beobachteten Conturen sind abgerundet; Neubildungen von Quarzschalen um Kern-Fragmente, wie solche z. B. *Rosenbusch* aus den Steiger Schiefern beschreibt, konnten nicht nachgewiesen werden.

Von den anisotropen *blättrigen* Gemengtheilen lässt nur der geringste Theil Färbung erkennen und nur verhältnissmässig sehr wenige der grösseren Blattfetzen kann man darnach als Magnesiaglimmer oder Chlorit deuten; die Mehrzahl der grösseren Blattfetzen sowie fast alle kleinen sind farblos, z. th. wohl nur entfärbt.

— Besonders reich an Glimmern erschien nach mikroskop. Unter-

suchung unter den betrachteten Gesteinen No. 2, in welchem jene an Masse etwas mehr als die Hälfte ausmachen dürften.

Bekanntlich sieht *H. Rosenbusch* in den »Glimmern« der Thonschiefer wesentlich protogene Gemengtheile, bei der Thonschieferbildung ebenso wie die »Thonschiefernädelchen« entstanden. *K. A. Lossen* dagegen ist (Jahrb. d. Preuss. geolog. Landesanst. 1883, S. 624 Anm.) geneigt, dieselben für secundär im Thonschiefer durch den Druck bei Gebirgsdislocationen entstanden zu erklären. Ich kann keiner dieser Theorien, weder im Allgemeinen, auf Grund der mir bekannten Präparate von Thonschiefern sowie mir zugänglicher beweisführender Publicationen genannter Autoren, noch was speciell die der Betrachtung vorliegenden Schiefer betrifft, huldigen: ich vermag in den glimmerigen Bestandtheilen der Thonschiefer auch wesentlich nur deuterogene (klastische) Elemente zu erblicken. Ganz abgesehen von dem Structurbefunde, welcher für die Hypothesen *Rosenbusch's* und *Lossen's* keinen Anhalt bietet, aber auch andererseits nicht als Beweismittel dienen kann, da bekanntlich die Glimmer auch sehr oft in protogenen Gesteinen als regellos gestaltete Fetzen erscheinen, spricht meiner Meinung nach die geologische Wahrscheinlichkeit sehr für meine Annahme. Wir wissen ja, dass die Feldspathe der protogenen Gesteine eine oft sehr weit fortgeschrittene Umsetzung zu farblosen Glimmern erfahren haben; bekannt ist ferner die grosse Unempfindlichkeit dieser Glimmer gegen chemische Reagenzien, also auch gegen diejenigen des weiteren Verwitterungsprozesses. Nun zeigen die in deuterogenen Gesteinen eingelagerten Feldspath-Fragmente oft auffallende Frische: dies macht wahrscheinlich, dass bei der mechanischen Aufbereitung nur die frischen Feldspaththeile in die psammitischen Ablagerungen eingingen und dass da, wo in deuterogenen Gesteinen die Feldspathfragmente Verwitterungserscheinungen zeigen, sie dieselben erst auf secundärer Lagerstätte erlangt haben. Wo aber sind die vorher im protogenen Gesteine bereits in so ungeheurer Menge gebildeten Verwitterungsproducte der Feldspathe geblieben? Ihre bekannte und schon erwähnte Unempfindlichkeit gegen die im Laboratorium der Natur hauptsächlich wirkenden Reagenzien giebt der Möglichkeit keinen Raum, dass sie in Lösung gegangen seien. Bei der Umschau nach ihrem Verbleiben werden wir gezwungen, sie als die Bildner der pelitischen Gesteine zu erkennen: denn wo in aller Welt sollen sie sonst stecken? Dass sie da ihrer Masse nach wesentliche Constituenten sein müssen, lehrt ein Rück-

blick auf ihre ungeheure Entwicklung in den protogenen Gesteinen.

Zu ihnen werden sich in den Fällen, wo die Verhältnisse einer Ablagerung blättriger Partikel einmal günstig waren, auch alle Blattfetzen andrer Herkunft, wie Reste der Glimmer aus den zerstörten Gesteinen, Fetzen von Chlorit u. a. m. in mehr oder weniger grosser Menge gesellt haben, so dass die Summe der blättrigen Gemengtheile noch stieg. So erklärt sich auch am Einfachsten die Verschiedenheit der Angaben über die Natur der glimmerigen Gemengtheile nach Farbe, opt. Verhalten, totaler oder partieller Löslichkeit in Salzsäure, welche von den Beobachtern verschiedener Thonschiefer gemacht werden (z. B. *Gümbel, Dallmer, Müller*) und erscheint es gar nicht unwahrscheinlich, dass selbst in ein und derselben Schicht die Natur der glimmerigen Bestandtheile schnell wechselt.

Dass auch eckige wie abgerundete *Körner* verschiedenster und z. th. relativ sehr bedeutender Grössenstufe (u. A. wohl auch das bekannte staubige Verwitterungsproduct der Feldspathe) *mit zur Ablagerung kamen*, kann nicht überraschen, wenn man sich die Bedingungen vergegenwärtigt, unter denen kleinste Blattfetzen überhaupt abgelagert*) werden konnten: nämlich ziemlich absolute Ruhe des Wassers; solche Ruhe kann naturgemäss nur in den grössten Tiefen der Meerestheile herrschen; das über diesen Tiefenregionen befindliche Wasser dagegen ist mehr oder weniger starken Bewegungen ausgesetzt und wird man der Annahme einer Strömung für dasselbe, als Vorbedingung für die betr. Gesteinsbildung, nicht Unwahrscheinlichkeit vorwerfen können. Diese Oberströmung musste nun an das ruhende und an sich eben die »Glimmer« niederfallen lassende Unterwasser nicht nur alle diejenigen schwereren und grösseren, von ihr bis dahin mit fortgeführten Partikel (*Körner*) abgeben, welche sie an sich nicht mehr zu tragen vermochte, sondern in der Grenzregion beider Wasserschichten, wo durch die Reibung eine Verlangsamung der Strömung resultirte,

*) Die Erfahrung lehrt ja, wie ungemein schwer es ist durch Schlämmen blättrige Mineralien aus einem Gemenge mit körnigen abzusondern und dass es überhaupt leichter gelingt, körnige Partikel durch Schlämmen »rein«, für sich gesondert zu erhalten, als wie blättrige, und von jenen wieder die in der Grössenstufe hervorragenden, als wie die kleineren Partikel; von letzteren »reine Schlämmsedimente« zu erhalten dürfte nur bei aussergewöhnlich günstigen Verhältnissen gelingen.

auch diejenigen (glimmrigen Blätter), welche sie an sich wohl suspendirt zu halten vermocht hätte, wenn nicht eben die erwähnte Reibung stattfände. Natürlicher Weise konnten die Verhältnisse aber auch complicirter sein (mehrere Strömungen verschiedener Stärke übereinander), als wie sie hier flüchtig skizzirt sind.

Da viele Glimmerblättchen bei ihrer Ablagerung nothwendig »hohl« auf die körnigen Gemengtheile zu liegen kommen mussten, ist es meiner Meinung nach gar nicht zu verwundern, dass sie im fertigen Gesteine nicht alle der Schichtungsebene parallel lagern (was *Rosenbusch* betont). Erwägt man, welche für unsere Erdoberfläche ganz ungewöhnlichen Ruheverhältnisse des Mediums (Wassers) nöthig sind, um nur eine Ablagerung, ein zur Ruhe kommen feinstblättriger Partikel, wie solche Glimmer sind, zu ermöglichen, so wird man unwillkürlich von der Forderung absehen, dass diese Blättchen und Blattfetzen gleich schweren Platten in ihrer Lagerung streng der Centripetalkraft folgten; um jene Verhältnisse sich zu vergegenwärtigen, erscheint es nicht unstatthaft, dieselben in Parallele zu stellen mit denen der Ablagerung von Federdaunen im Medium unserer atmosphärischen Luft*).

Diese Erörterung wird, glaube ich, mehr als meine folgenden Angaben über den mikroskop. Befund, denen man vorwerfen könnte, dass sie auf Beobachtungen mit noch nicht genügend starken Vergrößerungen beruhen, meine oben ausgesprochene Annahme stützen. Letzterer erwachsen aus den mikroskop. beobachteten Thatsachen mindestens keine Schwierigkeiten. Dass die farblosen Blättchen z. th. zu ungeheuer geringen Dimensionen hinabsinken, geringeren, als wie sie die secundären Glimmer in den Feldspathen zu besitzen pflegen, erklärt die mechanische Aufbereitung (Zerreissung etc.) sehr einfach. — Gesetzmässige Form wurde an solchen Blättchen nie beobachtet.

Wären die farblosen Glimmer protogen oder im Thonschiefer selbst secundär aus der durch die pigmentirenden Substanzen verunreinigten Basis ausgeschieden, so sollte man doch erwarten, dass sie von genannten Substanzen, wie sonstige aus unreinen Mutter-

*) In süssem Wasser würden sich allerdings selbst unter diesen Verhältnissen die den Thonschiefer kennzeichnenden morpho- und histologischen Eigenschaften vielleicht nicht haben vorzeichnen und (resp.) ausbilden können, sondern nur im Salzwasser, in welchem nach *Wm. H. Brewer*, Mem. Nat. Acad. of Sciences, Washingt. 1883, Vol. II, ein gegenüber demjenigen in Süsswasser ungeheuer beschleunigter Niederschlag der feinsten Schlammartikel, wahrscheinlich in Folge von (flockenbildender) Einwirkung des Salzes auf im Wasser enthaltene organische Substanz stattfindet..

laugen ausgeschiedene Producte, Einschlüsse enthielten, während sie in der That selbst wasserhell und von jenen Pigmenten nur umrahmt erscheinen. Der etwa dagegen vorgebrachte Einwand, dass ebenso wie die nachbeschriebenen Producte der Contact-Metamorphose keine solchen verunreinigenden Einschlüsse enthielten, auch die Producte früherer Bildungs- oder Umbildungs-Vorgänge im Thonschiefer davon frei sein können, wird als nicht stichhaltig erkannt werden, wenn man erwägt, dass durch letzt-erwähnte Vorgänge die verunreinigenden Substanzen ja nicht zerstört werden sollten, der Thonschiefer auch seine Eigenschaften (Pigment, Weichheit) beibehalte, während bei der Contact-Metamorphose jene *überhaupt verschwinden* und diese sich ändern.

Thonschiefer-Analyse No. VII.

1.0864g angewandte Substanz lieferten 0.5374g $\text{SiO}_2 = 49.46\%$. — 1.1460g angew. Pulver gaben 0.2228 Al_2O_3 ; 0.0948 g $\text{Fe}_2\text{O}_3 (= 8.27\%)$; 0.0103 TiO_2 ; 0.0014g $\text{Mn}_3\text{O}_4 = 0.0013\text{ Mn}$; 0.0363 CaO ; 0.0537 MgO ; 0.2452 Kaliumchloroplatinat = 0.0748 $\text{KCl} = 0.0472\text{ K}_2\text{O}$ u. 0.0408 $\text{SO}_4\text{Na}_2 = 0.0178\text{ Na}_2\text{O}$ mit Spuren von Lithium.

Pyrit-Bestimmung. 0.5924g feines Pulver gaben 0.0067 $\text{SO}_4\text{Ba} = 0.00092\text{ S} = 0.00172\text{ FeS}_2 = 0.29\%$ Pyrit.

FeO-Best. 0.5476g lieferten 0.0257011 Fe (4.3 Cc. Kaliumpermanganat vom Titer = 0.005977 Fe pro Cc.) = 0.0330442 $\text{FeO} [= 6.03\%] = 0.036716\text{ Fe}_2\text{O}_3$. — Nach der ausgeführten Pyritbestimmung sind für 1.1460g angewandte Substanz 0.0022g Fe_2O_3 von dem Gesamtisen 0.0948g in Abrechnung zu bringen u. weiter 0.07683 Oxyduleisen von den noch übrigbleibenden 0.0926g, wonach 0.01577 Fe_2O_3 auf die analysirte Thonschieferprobe kommen, oder = 1.37%. — 0.07683 Fe_2O_3 zu FeO reducirt entsprechen = 0.069147g $\text{FeO} = 6.03\%$.

Glühverlust. 0.5582g verloren durch Glühen 0.0517g = 9.26%.

Directe Wasser- u. CO_2 -Bestimmung. 0.5558g Subst. im Kugelrohr geglüht gaben 0.0356g $\text{H}_2\text{O} = 6.37\%$ u. 0.0207g $\text{CO}_2 = 3.70\%$; der hierbei beobachtete Glühverlust war 0.0468g = 8.37%.

Besondere Prüfungen. P_2O_5 u. Cl konnten nur in Spuren nachgewiesen werden.

Löslichkeitsverhältniss gegen Säuren. 0.5924g (Material von der Pyrit-Bestimmung) enthielten 0.3302g in Königswasser und in verdünnter Salzsäure unlösliche Theile = 55.73%, sowie 0.0726g lösliche SiO_2 (mit warmer, verdünnter reiner Natronlauge aus 0.3302g extrahirt) = 12.25%; darnach kommen auf die in Lösung gegangenen Basen etc. = 32.02%.

Organische Substanz. Der vorliegende Thonschiefer ist jedenfalls noch ärmer an organischer Substanz als der weiter unten aufgeführte No. VIII. Die Ausführung der Bestimmung geschah wie bei diesem des Näheren beschrieben. 1.7716g lieferten 0.0077 im HCl unlösliche Bestandtheile = 0.43%; rechnen wir hiervon 0.29% Pyrit ab, so verbleibt noch für organische Stoffe die geringe Menge von 0.14%.

Spec. Gew. 2.2822 angew. Subst. (gröbliches Pulver) verloren im Pyknometer 0.8345g an Gewicht, woraus sich das Spec. Gew. zu 2.734 berechnet.

Thonschiefer-Analyse No. VIII.

1.1116 g angewandte Substanz gaben $0.5483 \text{ g SiO}_2 = 49.32 \%$. — 1.1624 angew. Substanz gaben $0.1006 \text{ g Fe}_2\text{O}_3 [= 9.00 \%]$; $0.2269 \text{ g. Al}_2\text{O}_3$; 0.0092 TiO_2 ; Spuren von MnO ; 0.0340 CaO mit SrO -Spuren; 0.0584 MgO ; $0.2629 \text{ Kaliumchloroplatinat} = 0.0802 \text{ KCl} = 0.0506 \text{ K}_2\text{O}$ u. $0.0430 \text{ SO}_4\text{Na}_2 = 0.0187 \text{ Na}_2\text{O}$ mit Spuren von Lithion.

Pyrit-Bestimmung. 1.0662 g gaben $0.0124 \text{ g BaSO}_4 = 0.0017 \text{ S}$ (oder 0.15%) = 0.0031 FeS_2 oder 0.29% .

I. FeO-Bestimmung. 0.5556 g erforderten nach ihrer Behandlung mit einem Gemisch von conc. Schwefelsäure und Flusssäure $4.5 \text{ Cc. Kaliumpermanganatlösung}$ zur Filtration des Eisenoxyduls ($1 \text{ Cc.} = 0.05977 \text{ g Fe}$ entsprechend), das sind = $0.0268965 \text{ Fe} = 0.0345812 \text{ FeO}$ [oder = $0.038423 \text{ Fe}_2\text{O}_3$] = 6.22% FeO. — $1.1624 \text{ angew. Subst.}$ verlangen nach obiger S-Best. einen Abzug von $0.0021 \text{ Pyriteisen}$ von dem Gesamteisen $0.1006 \text{ g} = 0.0985 \text{ g}$ u. letztere wiederum einen Abzug von 0.080386 g für Oxyduleisen. Darnach enthält der obige Thonschiefer $0.018114 \text{ g Fe}_2\text{O}_3 = 1.55 \%$. — $0.080386 \text{ Fe}_2\text{O}_3 = 0.0723474 \text{ FeO} = 6.22\%$. — *II. FeO-Best.* Das zur Verwendung kommende Material wurde zuvörderst vermittelst Thoulet'scher Lösung von den kleinen Mengen des darin enthaltenen Pyrits befreit. Die Entfernung des Kalium-Quecksilberjodids erfolgt am zweckmässigsten durch einfache Decantation, um die Beimengung von Papierfasern zu vermeiden, und das Trockne in einer Porzellanschale bei sehr gelinder Temperatur auf dem Wasserbade. Das getrocknete Pulver lässt man erst vor dem Gebrauch oder dem Aufbewahren einige Stunden an der Luft stehen. 0.4532 g dieses Materials gaben 0.0221149 Fe ($3.7 \text{ Cc. Kaliumpermanganat}$) = $0.0284334 \text{ FeO} = 6.27 \%$. — *III. FeO-Best.* Zu dieser Bestimmung wurde durch Cadmiumborowolframatlösung von Pyrit befreites Material genommen. Die Entfernung der Klein'schen Lösung geschah hier in sehr rascher Folge durch Decantiren, wobei leichtere Theilchen mit abschlämmt und dadurch wohl eine Anreicherung des Fe-Gehaltes verursachten. 0.5185 g lieferten 0.0262988 Fe ($4.4 \text{ Cc. Kaliumpermanganat}$) = $0.0338127 \text{ FeO} = 6.52 \%$.

Glühverlust. I. Best. 1.0822 g verloren durch Glühen $0.0940 \text{ g} = 8.68 \%$. — II. Best. 0.5135 g verloren so $0.0453 \text{ g} = 8.82 \%$.

Directe Wägung des Wassers und der Kohlensäure gleichzeitig nebeneinander. I. 0.5468 g angew. Substanz im Kugelrohr geglüht lieferten $0.0361 \text{ H}_2\text{O} = 6.60 \%$ und $0.0175 \text{ g CO}_2 = 3.20 \%$; der Glühverlust der Substanz im Kugelrohr betrug hierbei $0.0442 \text{ g} = 8.08 \%$. — II. 0.6459 g lieferten $0.0400 \text{ H}_2\text{O} = 6.19 \%$ u. $0.0214 \text{ CO}_2 = 3.31 \%$, wobei der Glühverlust der Substanz $0.0520 \text{ g} = 8.05 \%$ betrug.

Besondere Prüfungen. P_2O_5 und Cl sind nur in Spuren vorhanden.

Ausserdem wurde das Material von der Pyritbestimmung benutzt, um einen ungefähren Einblick in die Löslichkeitsverhältnisse des Gesteins zu gewinnen. Durch die Behandlung des ziemlich fein gepulverten Thonschiefers mit Königswasser und nachträglich mit Salzsäure waren ungelöst geblieben 56.49% und 9.96% SiO_2 (aus dem unlöslichen Theil mit warmer verdünnter Natronlauge extrahirt) in Lösung gegangen; die Menge der gelösten Basen

inclusive CO_2 u. H_2O beziffert sich somit auf 33.55 %. Der von den Säuren ungelöste Antheil besass nach dem Glühen nicht mehr die ursprüngliche Farbe des Gesteinspulvers (hellgrau oder aschfarben), sondern erschien weiss mit einem Stich in's Gelbröthliche.

Der vorliegende Thonschiefer ist arm an *organischer Substanz*. Es wurde der folgende Versuch unternommen, dieselbe annäherungsweise zu bestimmen. 2.0902 g feines Pulver löstten wir in einem Gemisch von Salzsäure und Flusssäure und verjagten die Säuren durch Verdampfen zur Trockniss, welche letztere Operation noch einmal nach Auflösung des Salz-Rückstandes in verdünnter Salzsäure wiederholt wurde. Man behandelt nun den Rückstand von Neuem mit Salzsäure und sammelt die darin unlöslichen Antheile auf einem bei 100° getrockneten, gewogenen Filter, wäscht aus, trocknet und wägt dieselben. Es ist hierbei zu berücksichtigen, dass der in dem Gestein vorkommende Pyrit von HCl und HF nicht gelöst wird. 2.0902 g feines Pulver gaben 0.0160 in HCl u. HF unlösliche Antheile = 0.76 %; zieht man hiervon den für den Thonschiefer festgestellten Pyritgehalt von 0.29 % ab, so dürften 0.47 %, also circa $\frac{1}{2}$ Procent, den ungefähren Gehalt des analysirten Thonschiefers an organischer Substanz repräsentiren.

Spec. Gew. 2.0902 g gröbliches Pulver verdrängten im Pyknometer bei 18° 0.7649 g H_2O , welche Zahlen zu dem *Spec. Gew.* 2.733 führen.

Der bequemeren Vergleichung halber sind in nachstehender Tabelle neben die procentischen Berechnungen der Thonschiefer VII und VIII noch eine Anzahl andere gestellt worden, von denen die unter IX der *Kjerulf'schen* Analyse des Griffelschiefers No. 4 entspricht; die Bedeutung der anderen Analysen wird weiter unten angegeben. — Im Allgemeinen ist bei nachstehender Tabelle zu beachten, dass in Betreff einiger untergeordneter Stoffe (TiO_2 , ZrO_2) rechts und links vom Buchfalz die gleiche Zeilenhöhe verschiedene Bedeutung hat, besonders FeS_2 nur für die Werthe links vom Falze, für diejenigen rechts davon dagegen FeS gilt. Von den mit †) bezeichneten *Kjerulf'schen* Werthen ist nicht zu erkennen, ob sie dem Glühverluste noch hinzu oder davon abzurechnen sind. Die der Vergleichung halber mit aufgenommenen eingeklammerten Werthe, z. B. für Glühverluste, sind nicht mit zu summiren. Während der horizontale Strich im Allgemeinen »nicht bestimmt« bedeutet, soll das Zeichen 0 die nachgewiesene oder berechnete Abwesenheit anzeigen. Mit x ist hier derselbe Stoff wie in Anal. III bezeichnet, nämlich nach *Jannasch* eine Säure der Zinngruppe (oder ein Gemisch dahingehöri ger Säuren).

Da die Beobachtung ergeben, dass die Thonschiefer Kalkkarbonat in solcher Menge, wie es die Analysen zeigen, schon allein

auf Klüften und Fugen führen dürften, so erscheint es statthaft, die Thonschiefer selbst als Karbonat-frei aufzufassen. Nach Abzug von 7,97 (Ca, Mg) CO_3 von Anal. VII (entsprechend 3,16 CaO, 1,11 MgO und 3,70 CO_2) und von 7,15 % von Anal. VIII (entsprechend 2,92 CaO, 0,92 MgO und 3,31 CO_2 ; ein Theil der bestimmten Kohlensäure ist möglicher Weise erst durch Oxydation beim Glühen aus organischer Substanz hervorgegangen, doch kann bei der geringen Menge letzterer dies ein nur ganz geringfügiger Betrag sein) resultirt derjenige procentische Bestand, welchen ich in den Rubriken VIIa und VIIIa angeführt habe.

Eine weitere Berechnung des Mineral-Bestandes der Thonschiefer aus vorstehenden Analysen (VIIa und VIIIa) erscheint mir unthunlich, weil wir so wenig sicheres über die Natur der Gemengtheile wissen. Zwar ist mir wohlbekannt, dass ich dabei nur geschätzten Mustern zu folgen brauchte, nämlich den von *Rosenbusch* von den Steiger Schiefern und ihren Contact-Producten gegebenen Berechnungen, aber selbst dieses hochgeachtete Vorbild kann meine Bedenken nicht heben. Dass *Rosenbusch's* Berechnungen so harmonisch übereinstimmen sowohl mit dem Resultate der chemischen Analyse als auch, nach *Rosenbusch's* Versicherung, mit dem mikroskopischen Befunde, resp. der darauf basirten Abschätzung der Mengenverhältnisse der Constituenten, ist vielleicht nur als eine Eigenthümlichkeit der Steiger Schiefer anzusehen, deren Mineralbestand, wie das auch eine Vergleichung der chem. Analysen erkennen lässt, nicht unwesentlich von demjenigen der Tyveholm-Schiefer abweicht*). Hier fehlt, wie ich noch zeigen will, diese Harmonie mit der nach jener Vorschrift ausgeführten Berechnung vollständig. In erster Linie aber erscheint mir der Berechnungs-Modus zu unsicher fundirt und speciell im vorliegenden Falle ganz unstatthaft. *Rosenbusch* verrechnet alles MgO (+ FeO und MnO) auf Chlorit, CaO und die Alkalien auf Glimmer: sollten wirklich die letzteren nur in Glimmern enthalten sein? ist es erwiesen, dass die vorhandenen Körner ganz frei von Alkalien und alkalischen Erden sind?? Ein absolut nur geringfügiger Abzug von den für dieselben gegebenen Zahlen lässt die bei der Basicität dieser Verbindungen sehr grossen, errechneten Glimmermengen sehr schnell einschrumpfen.

*) Gleiches gilt auch von den meisten sonstigen, chemisch analysirten Thonschiefern und Phylliten. kann aber bei Gesteinen dieser Art und Bildungsweise nicht verwundern.

	VII.	VIII.	VIIa.	VIIIa.	IX.
Gesteinsart . . .	Thonschiefer				
Analysator . . .	Jannasch				Kjerulf
SiO ₂	49,46	49,32	53,07	52,50	54,428
TiO ₂ } ZrO ₂ }	0,89	0,79	0,95	0,84	—
CO ₂	3,70	3,31	0,00	0,00	—
P ₂ O ₅	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	—
Cl	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	—
Al ₂ O ₃	19,44	19,52	20,86	20,78	15,928
Fe ₂ O ₃	1,37	1,55	1,47	1,65	—
FeO	6,03	6,22	6,47	6,62	8,421
MnO	0,11	Spur	0,12	Sp.	—
MgO	4,68	5,02	3,83	4,36	3,503
SrO	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	—
CaO	3,16	2,92	0,00	0,00	3,560
Na ₂ O	1,55	1,60	1,66	1,70	0,742
K ₂ O	4,12	4,35	4,42	4,63	3,485
Li ₂ O	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	—
H ₂ O	6,37	6,19	6,83	6,59	—
Glühverlust . . .	(9,26)	(8,68)	(9,26)	(8,68)	7,187
Organ. Substanz	(0,14)	(0,47)	(0,14)	(0,47)	0,660†)
FeS ₂	0,29	0,29	0,31	0,30	—
Summe . . .	101,17	101,08	100	100	97,864
Spec. Gewicht .	2,734	2,733	—	—	—

X.	XI.	XII.	XIII.	
Gehärteter Schiefer	(Glimmer-) Hornfels	Kalkhornfels		Gesteinsart
Kjerulf	Jannasch	Kjerulf	Jannasch	Analysator
61,285	56,50	54,571	57,43	SiO ₂
—	1,00	—	1,13	(Ti, Zr)O ₂
—	—	—	0,12	X
—	0,00	0,145†)	0,00	CO ₂
—	0,00	—	Sp.	P ₂ O ₅
—	Sp.	—	Sp.	Cl
14,643	20,70	10,642	17,53	Al ₂ O ₃
—	0,00	—	0,00	Fe ₂ O ₃
9,000	8,27	6,685	1,76	FeO
—	Sp.	—	—	MnO
3,682	3,85	6,725	1,47	MgO
—	—	—	Sp.	SrO
2,220	0,36	13,720	8,51	CaO
1,590	2,93	1,378	1,76	Na ₂ O
5,095	4,28	3,474	8,51	K ₂ O
—	Sp.	—	Sp.	Li ₂ O
—	2,46	—	1,05	H ₂ O
1,728	(1,64)	1,078	(1,30)	Glühverlust.
—	—	—	—	Organ. Substanz.
—	0,54	—	0,77	FeS
99,243	100,89	98,418	100,04	Summe.
—	2,743	—	2,741	Spec. Gewicht.

Einer Autorität wie *Rosenbusch* gegenüber erscheint es jedoch angemessen, nicht nur mit Erwägungen sondern durch Anführung der betr. Berechnungen nachzuweisen, wie unstatthaft hier die Berechnung des Mineralbestandes ist und so folgen denn hier dieselben, wobei nach *Rosenbuschs* Vorgänge zunächst Chlorit, dann die Alkalien-Glimmer (für Kalkglimmer fehlt eben der Kalk) berechnet wurden; auf diese, auf Grund der in *Rammelsberg's* Miner. Ch. 2. Aufl. angegebenen Procentzahlen, ausgeführten Rechnungen habe ich mich aber beschränkt, da sie schon genügten, um die Disharmonie sowohl gegenüber der chemischen Analyse (unangenehm sind die Differenzen betr. der Thonerde; die Rechnungen stimmen eben nur betreffs der Zahlen, von welchen ausgegangen wird) als gegenüber dem mikroskopischen, vorbeschriebenen Befunde zu zeigen; in letzterer Beziehung ist das Missverhältniss zwischen beobachteten und berechneten Mengen der blättrigen (Glimmer + Chlorit) Gemengtheile zu beachten.

	SiO ₂	(Al,Fe) ₂ O ₃	(Mg,Fe,Mn)O	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O
Analyse VIIa	53,07	22,33	10,42	1,66	4,42	6,83
28,875 % Chlorit . . .	9,358	5,346	10,42	—	—	3,751
24,058 % Natronglimmer	11,211	9,614	—	1,66	0,418	1,155
23,725 % Kaliglimmer .	10,218	8,737	—	—	4,002	0,768
76,658 % Summen . .	30,787	23,697	10,42	1,66	4,42	5,674
Differenzen . .	+22,283	—1,36	—	—	—	+1,156
Analyse VIIIa.	52,50	22,43	10,98	1,70	4,63	6,59
30,449 % Chlorit . . .	9,884	5,633	10,98	—	—	3,952
24,637 % Natronglimmer	11,481	9,845	—	1,70	0,428	1,183
24,908 % Kaliglimmer .	10,728	9,173	—	—	4,202	0,805
79,994 % Summen . .	32,093	24,651	10,98	1,70	4,63	5,94
Differenzen . .	+20,41	—2,22				+0,65

Als *erstes* Umwandlungs-Stadium der Thonschiefer im Contactgebiete des Granits wird allgemein die *Härtung* betrachtet*) Von

*) Knotenschieferbildung inclus. Chistolithschiefer scheint bei Christiania nur von Alaunschiefern bekannt zu sein und ist ihr Mangel vielleicht auf den geringen Gehalt der Thonschiefer an »organischem« Pigmente

dergleichen gehärteten norwegischen Thonschiefern hat *J. Roth* (in »die Gesteins-Analysen etc.« 1861, S. 57) eine Reihe von chem. Analysen zusammengestellt, aus welcher zu ersehen ist, dass der Härtung im chem. Bestande wesentlich nur eine bedeutende Minderung des »Glühverlustes« entspricht.

Unter den daselbst aufgeführten Analysen sind auch zwei von *Th. Kjerulf*, die sich auf Stücke dunklen und lichten gehärteten Schiefers vom Fusse des Vettakollen, unterhalb Barnekjern, beziehen; nach Möglichkeit diese etwas ungenaue Fundortsangabe berücksichtigend wurde aus dieser Gegend ein Handstück entnommen, welches beiderlei Schiefer, dunklen und lichten, in Schichten von etwas wechselnder Mächtigkeit mit einander verbunden zeigt; der lichte, schmutzig weisse bildet eine 5—7 mm mächtige Zwischenschicht im schwarzen Schiefer, enthält aber stellenweise selbst noch feine Schmitzen oder dünnste Schichten (von weniger als 0,5 mm Mächtigkeit) von diesem zwischengelagert. Andererseits findet man auch im schwarzen Schiefer noch vereinzelte winzige lichte Parteen, jedoch selten von Schichtform, sondern meist in Knollen- oder sonstiger regelloser Gestalt. Die Spaltbarkeit von beiderlei Schiefer ist grobsplittrig und nach den Schichtflächen unvollkommen; der *Glanz matt*; der Strich des schwarzen Sch. hellgrau; vom lichten Sch. wird selbst Quarz noch geritzt; der schwarze ist weicher als Orthoklas und ritzt Apatit; vor dem Löthrohre erhalten beide in der Oxyd.-Fl. einen etwas röthlichen Ton, der schwarze schmilzt ohne zu bleichen, der lichte schmilzt nicht. — Von beiderlei Schiefen entspricht wohl zweifellos nur der dunkle einem ersten Contact-Stadium eigentlichen Thonschiefers, der lichte dagegen dürfte aus einem Mittelgliede zwischen Thonschiefer- und Kalkstein-Typus hervorgegangen sein und sollen seine mikroskop. Verhältnisse deshalb erst später am gehörigen Orte geschildert werden. — Die Grenze zwischen beiderlei Ge-

zurückzuführen. Ihres Mangels in der von mir eingehender untersuchten Region wegen kann ich auch nicht *J. Lehmann's* Theorie, welcher (Altkrystallin. Schiefergest. 1884. 187) für die Knotenschiefer die Bildung nicht im Contact von Eruptivgesteinen, sondern durch Druckschieferung und moleculare Gleitung statuirt, auf ihre Allgemeingiltigkeit prüfen; nach dieser Theorie müsste man Knotenschiefer in den manichfach, und oft auch »bruchlos«, gefalteten und dislocirten Schiefer-systemen Christiania's (man betrachte nur die Strassen- und Bahneinschnitte innerhalb des Stadtgebietes!) in üppiger Ausbildung zu finden erwarten und ist daher ihr Mangel jener Theorie nicht günstig.

steinsgemenge ist auch u. d. M. ziemlich geradlinig und verhältnissmässig scharf.

Der dunkle Schiefer zeigt nach den verschiedenen Schichtlagen einen grossen Wechsel nach Grössen- und Mengenverhältnissen seiner Gemengtheile; in fast allen Parteen aber herrscht wie man u. d. M. am Deutlichsten im zerstreuten Lichte erkennen kann, *Maschenstructur*; die Maschen sind meist und zumal da, wo das die Schlingen oder Maschen bildende Material vorwaltet und ihr Füllmaterial, die von den Maschen umschlungenen Gemengtheile, dagegen geringere Dimensionen besitzt, concordant zur Schichtungsebene verzogen; im gegentheiligen Falle aber, wo es am Maschenmaterial mangelt, die Maschen meist nicht geschlossen sind, die übrigen Gesteinsconstituenten wechselnde und oft sehr bedeutende Dimensionen besitzen, ist die Structur nicht selten ganz richtungslos und massig. — Als Füllmaterial der Maschen finden wir die schon aus dem weichen Thonschiefer bekannten *farblosen*, meist wasserklaren, anisotropen *Körner*; wie schon angedeutet treten dieselben in den verschiedensten Grössenstufen auf, meist unter 0,02 mm, doch zuweilen sogar über 0,05 mm Durchmesser zeigend; gar nicht selten beobachtet man, zumal an den kleineren unter ihnen, *deutlich klastische Formen*; einzelne stellen sich als (orientirt auslöschende) Säulenfragmente dar; von lamellarem Viellingsbau weisen nur sehr vereinzelte undeutliche Spuren auf. — Die bald schmalen, bald breiteren Schlingen (Maschen) werden *wesentlich* von einem *glimmerähnlichen, gelblichen* Minerale gebildet, dessen Farbenton stellenweise ins Grünliche oder Grünlichgraue, stellenweis in's Bräunliche neigt. Gewöhnlich erscheinen die Blätter desselben im zerstreuten Lichte ziemlich rein, regellos geformt, aber bis zu 0,02 mm Länge einheitlich; zw. + N. jedoch tritt eine fein- bis feinst-, zugleich aber ziemlich *parallel-fasrige* Structur derselben deutlich hervor; zugleich erkennt man in den meisten Fällen, dass auch die übrige Maschensubstanz neben diesen grösseren Blättern zum grössten Theil aus solchen feinfasrigen aber oft wirr gelagerten, bis zu äusserst-r Kleinheit hinabsinkenden Glimmerblättchen besteht, welche in einem an sich farblosen, durch etwas griesige (Pigment-) Substanz getrübten *Cemente* eingerührt sind; ob letzteres hier isotrop oder wenigstens stellenweise noch isotrop sei, habe ich nicht ermitteln können; oft macht es den entschiedenen Eindruck der Doppelbrechung. Nicht selten scheint das Cement auch ganz zu fehlen. Die grösseren Glimmerlamellen

schmiegen sich ersichtlich gern den grösseren farblosen Körnern an oder lagern ziemlich concordant der Schichtfläche. Diese der Schichtfläche wenigstens angenäherte Lagerung verräth die in geringstem Grade den Glimmern schon eigenthümliche Lichtabsorption, da (bei Anwendung des Polarisators allein) das Maschenetz dunkler erscheint, wenn man die Schichtungsrichtung der Nicoldiagonale parallel stellt als in andern Lagen. Vereinzelter finden sich auch noch grössere, selbst über 0,05 mm Länge erreichende Glimmerblätter, natürlich am Ehesten dort, wo die Glimmer an Masse bedeutend vorwalten und daher dem Formtriebe derselben der geringste Widerstand erwächst; diese grösseren Glimmerblätter erscheinen zw. + N. nicht mehr fasrig, sondern einheitlich, zeigen deutlich Lichtabsorption und oft wenigstens im mittleren Theile recht schöne, scharfe Spalt- und dazu parallele Grenzlinien. An vereinzelter Stellen und zwar anscheinend gern dort, wo die körnigen Gemengtheile überwiegen, der Glimmer also zurücktritt, besitzt letzterer bei regellos lappiger Form den für den Magnesiaglimmer normalen rothbraunen, wenn auch immerhin noch etwas ausgeblassten Farbenton. — Dieser Wechsel in der Ausbildung der neben den farblosen körnigen Gemengtheilen für das Gestein wesentlichen Constituenten, den »Maschen bildenden« Substanzen, lässt sich wohl am Einfachsten dahin erklären, dass hier *verschiedene Stadien* eines Umwandlungs-Prozesses vorliegen, welcher letztere je nach Structur und Bestand-Verhältnissen der einzelnen Schicht-Lagen und -Schmitzen modificirt war: die grosse Variabilität der letzteren betrifft die Mengenverhältnisse der wesentlichen und accessorischen Gemengtheile musste nothwendig bei der in der Entfaltung schon wieder erstickten Metamorphose zum Ausdrucke gelangen. Die farblosen Körner blieben ersichtlich unempfindlich, contactbeständig (aber auch ohne erkenntliche Corrosion durch etwaigen Druck!); die pigmentirenden Substanzen wurden zurückgedrängt, stellenweise bis zum Verschwinden; für die feinblättrigen Gemengtheile aber begann eine *Umbildung*, ein *Wachsen* und Aneinanderschliessen zu gröberen, aber zw. + N. noch feinfasrigen, schon deutlich farbigen Blättern, bis schliesslich die dem normalen Magnesiaglimmer noch mehr angenäherten Stadien, welche dabei aber durchweg den Stempel einer gewissen Unfertigkeit und Unvollkommenheit noch aufweisen, wenigstens theilweise erreicht werden; ein Theil der betr. Glimmerblätter mag allerdings, diese Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit ist nicht

zu leugnen, die betreffenden Eigenschaften schon im unveränderten Thonschieferstadium besessen, resp. conservirt haben, besonders dürfte dies von grösseren Blättern gelten, aber für die Mehrzahl ist an der Metamorphose nicht zu zweifeln. Das *Bild*, welches diese verschiedenen Umwandlungsstadien bieten, *erinnert*, obwohl es durch die verschiedensten Umstände alterirt wird, doch *nie an die durch den Verwitterungsprozess resultirenden*. — Auch die untergeordneten Gemengtheile sind sehr ungleichmässig vertheilt; Erwähnung verdienen von ihnen zunächst opake, ihrem Metallglanze nach z. th. dem Magnetkiese zugehörige Erzpartikel; ferner trübe bis opake Putzen, trübe gelbliche oder grössere graue Körnchen und Körnerhaufen; endlich fast farblose, grünliche Hornblende-Stengelchen in manchen Schichten dem Glimmer vergesellschaftet. Eine Berechnung der bereits oben unter X angeführten *Kjerulf'schen* Analyse dieses Thonschiefers auf seine Gemengtheile erscheint aus schon genannten Gründen unthunlich; der hohe Kieselsäuregehalt sowie die geringe Menge Thonerde ist wohl nicht einer Contactwirkung, sondern (abgesehen von mitgefallenen Beimengungen) der zufälligen, ursprünglichen Constitution zuzuschreiben.

Die *intensivste* Umwandlung von Thonschiefern der Contact-Zone repräsentiren die *Glimmer-Hornfelse**), welche sich gegenüber den matten »gehärteten« Thonschiefern durch ihren *starken Glanz* auszeichnen; dieser Glanz entspricht eben dem grossen Glimmer-Reichthume. Sie sind durchweg dunkel bis schwarz, aber

*) Oder, wenn man mit *Lossen* (Zeitschr. Deutsch. geol. Ges XXIV, 713) den Namen auf die aus Thonschiefern hervorgegangnen beschränken will, die *normalen Hornfelse*; den Glimmer hat auch schon *Lossen* als »färbenden Hauptgemengtheil« dieser Hornfelse vermuthet. Auch *Rosenbusch* (Physiogr. II. 41) rechnet den Magnesiaglimmer zu den constantesten Gemengtheilen der normalen Hornfelse, daneben Quarz und Magnetit. — Theoretisch richtiger noch würde es sein, die verschiedenen Hornfels-Arten nach ihren Muttergesteinen zu benennen, wozu auch *Lossen* neuerdings (a. v. Diabashornfels) geneigt ist, doch scheue ich mich diese Benennungsweise gegenüber den altgewohnten Bezeichnungen durchzuführen; diesem Prinzip zu Folge würden nämlich obige Hornfelse zu »Thonschieferhornfelsen«, nicht einfach »Schieferhornfelsen«, da »Schiefer« nur ein morphologischer Begriff ist und es z. B. auch Mergelschiefer giebt, welche nicht zu derartigen Hornfelsen werden, sondern zu Kalksilicathornfelsen oder »Mergelschieferhornfelsen«. Diese Benennungen möchten aber, wie ich meine, nur wenige Freunde finden, weshalb ich hier an den altgewohnten Bezeichnungen festhalten will.

bei einem *warmen*, röthlich braunen, z. th. röthlich graubraunen Farbentone (*Brögger's* »tiefbräunlich-violett«). Von Schieferung ist makroskopisch keine Spur erkennbar, doch zuweilen von Schichtung, in Form lagenweis wechselnden Mineralbestandes; der Bruch ist splittrig bis flachmuschlig; die generelle Härte ist meist geringer als die des Orthoklases; vor dem Löthrohre bleichen Splitter nicht aus und schmelzen auch nicht.

Den mikroskopischen Befund solcher Hornfelse haben bereits *Penck* und *Brögger* geschildert und zwar nach Beobachtungen an Handstücken von *Gunildrud* am Ekern-See; von demselben Fundorte stammen auch die meisten der von mir untersuchten Handstücke (sie sind in Gesellschaft von Herrn *Penck* eingesammelt worden). Von Wichtigkeit aber ist die Angabe *Brögger's*, dass das Gestein nach seinen Untersuchungen sich ganz übereinstimmend auch an anderen Stellen der Contactregionen sowohl des »Granits« wie des Augitsyenits finde: »die an den verschiedenen Localitäten auftretenden localen Abweichungen sind so unbedeutend, dass sie kaum nennenswerth sind«, — ferner die Bestätigung, dass diesem Hornfelse von *Gunildrud* im unveränderten Schichtensysteme »schwarzgrauer graustrichiger Thonschiefer« (unterer Ogygiaschiefer 4a) entspreche. — Ueber die localen Verhältnisse der dortigen Hornfelse wird man sich leicht aus *Penck's* in dieser Zeitschr. 1879, 63 gegebenen Schilderung und graphischer Darstellung, deren Richtigkeit ich jedoch nicht in allen Punkten*) vertreten kann, orientiren. Zunächst in Betracht kommt die Nachbarschaft der oben unter No. 5 beschriebenen Apophyse, welche in etwa 1,5 m Entfernung von der Grenze des Prädacitmassivs dem Anschein nach als Lagergang auftritt; im Liegenden dieses Ganges findet man eine Schicht von nachbeschriebenem Hornfelse.

*) Dies gilt besonders von dem in *Penck's* Profil eingezeichneten Verlauf der Grenzen des Massivs sowohl wie der Apophyse; letztere bildet, wie schon angegeben, meiner Meinung nach einen Lagergang und auch für die Grenze des Massivs möchte ich eher eine der Hornfels-Schichtfläche angenäherte Lage annehmen als eine dieselbe kreuzende, wie *Penck* solche zeichnet: aufgeschlossen waren diese Grenzen bei unserem Besuche nicht; — von geringerer Wichtigkeit, weil von subjectiven Einflüssen abhängig, erscheinen mir die Differenzen betreffs der Dimensionen und der Färbungen der Hornfels-Schichten zwischen *Penck's* Angaben und meinen bezüglichen Notizen; wir haben beide die Dimensionen nur geschätzt, resp. abgeschritten; die von mir notirten Maassgrößen bleiben im Allgemeinen hinter den von *Penck* angegebenen zurück.

Die Structur desselben ist durchaus krystallinisch. Unter den Gemengtheilen sind ihrer Masse wegen zuerst anzuführen *farblose*, wasserhelle, *körnige* Mineralien von regelloser, meist abgerundeter Form bei 0,04 mm durchschnittlicher Korngrösse; es ist wegen Mangel an Spaltbarkeitsspuren und äusseren Krystallumrissen nicht zu ermitteln, ob sie einer einzigen oder mehreren und welchen Mineralarten angehören; ihre Deutung als »z. Th. Quarz« (*Brögger*) hat viel Wahrscheinlichkeit, man darf sogar wohl sagen: »zum grösseren Theile Quarz«; sie gleichen den aus vorbeschriebnen weichen und gehärteten Thonschiefern angeführten farblosen Körnern; unterscheiden sich aber bei näherer Betrachtung sehr wesentlich von ihnen; denn sie besitzen zwar, wie schon angegeben, keine Krystallformen, aber auch nie klastische; dabei lagern sie nicht, wie jene, vorzugsweise von einander getrennt und durch eine maschenförmig sie umschlingende Gesteinsmasse mit einander verkittet, welche letztere, wie man muthmassen könnte, noch jetzt, wenn auch umgewandelt (etwa zu Glimmer), nachzuweisen wäre, sondern sie grenzen fast ebenso häufig wie gegen nachbeschriebne Mineralien dicht aneinander und zwar so, dass die ganz regellos und verschieden gewundenen Grenzlinien die gleichzeitige Bildung, resp. Wachstums-Vollendung der Körner beweisen. Für die an sich ja nicht unwahrscheinliche Annahme, dass diese z. th. dicht aneinander schliessenden, im Allgemeinen grösseren Körner aus den entsprechenden der Thonschiefer in der Weise hervorgegangen seien, dass einfach eine Wachstums-Wiederholung oder -Fortsetzung stattgefunden habe, die betr. Körner eben nur bis zum Aneinanderschluss weitergewachsen seien, spricht weder die allgemeine Erscheinungsweise, noch irgend besondre Eigenthümlichkeiten; eine Schalen-Bildung, welche in solchem Falle doch häufiger zu finden sein sollte und die vielleicht auch an vereinzelt Körnern vorhanden ist (vergl. die weiterhin beschriebne Hornfels-scholle), habe ich hier wenigstens an keinem einzigen dieser Körner zu erkennen vermocht; entschiedenen Widerspruch gegen diese Annahme kann man aber aus der weiter unten beschriebnen Natur der, wenn auch nicht häufigen, so doch nicht überaus selten mikroskopischen Interpositionen schöpfen; dabei ist aber auch wieder zu bedenken, dass die Lage solcher Interpositionen in den centralen Theilen der Körner überhaupt nicht nachzuweisen ist. — Lamellare Viellingsstructur, welche *Penck* »hin und wieder«, *Brögger* »in einigen wenigen Fällen« beobachtet, konnte nur an ganz

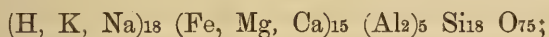
wenigen Körnern (etwa 0,01 Procent) constatirt werden und kann *Plagioklas* demnach entschieden nicht zu den wesentlichen Gemengtheilen gerechnet werden; häufiger, aber immerhin selten, erkennt man Verhältnisse, welche die *Orthoklas*-Natur betreffen¹er Körner wahrscheinlich machen.

Nächst häufiger Gemengtheil, im Allgemeinen ein Drittel der Gesteinsmasse und in manchen Schichten noch mehr ausmachend, ist *brauner Magnesiaglimmer* in Lappen und Lamellen von kleinsten Dimensionen bis zu 0,05 mm Länge und darüber. Kleine bis kleinste (schwer bestimmbare) Lamellen desselben findet man in vorbeschriebenen farblosen Körnern, wenn auch nicht häufig interponirt. — *Penck* deutet diesen Glimmer auf Grund chemischer Reaction sowie »seiner optischen Eigenschaften« als Eisenglanz, bezeichnet demzufolge diese Hornfelse als »Eisenglanzschiefer« und knüpft daran weitere geologische Betrachtungen. Diese Deutung erklärt *Brögger* (»wenn das von *Penck* untersuchte Gestein dasselbe ist«) für irrig. *Penck* hat anscheinend bei Bestimmung des Glimmers als Eisenglanz das Hauptgewicht auf die chemische Reaction gelegt und kann diese hier bestätigt werden, nämlich dass sich kalte concentrirte (aber nicht verdünnte!) Salzsäure sehr schnell gelb färbt, sobald ein Hornfelssplitter zu derselben gegeben wird; letzterer bleicht nach und nach aus und wird heller zu einer Zeit, in der kleinere Splitter von dunklem Glimmer von Ödegaarden bei gleicher Behandlung keine Spur von Veränderung zeigen. Wiederholt man aber den Versuch am Dünnschliffe (der Process ist zu langwierig, als dass man ihn stetig mit dem Auge verfolgen könnte, zumal bei Operation mit concentr. Säure aus ökonomischen Rücksichten nur schwächere Vergrösserungen gebraucht wurden), so erkennt man an den Glimmerblättchen keine Veränderung*); der Eisengehalt der Säure dürfte vielmehr von den opaken Gesteins-Gemengtheilen stammen, wenigstens erscheinen diese Erzpartikel besonders von der Säure angegriffen. Nach *Rammelsberg's* Angabe löst sich Magnetkies, welchem diese Erzpartikel wenigstens in der Mehrzahl zugerechnet werden müssen, in Salzsäure unter Abscheidung von Schwefel, allerdings nur einer geringen Menge desselben (3,35 % des M. von Bodenmais) und

*) Bei Gelegenheit der quantitativen Sonder-Analyse ergab sich allerdings, dass auch der Glimmer, entgegen der generellen Angabe *Rammelsberg's* über die Angreifbarkeit durch Säuren, durch Salzsäure stark angegriffen wird; doch erfolgte dieser Aufschluss mit kochender Säure!

fragt es sich, ob solche verschwindende Menge bei mikrochemischen Operationen nachgewiesen werden kann: auf der mit Salzsäure behandelten Dünnschliffpartie bemerkte ich jedoch äusserst kleine Körnchen, z. th. an den Rändern des Säuretropfens, z. th. aber Magnetkieskörnern anhaftend oder wenigstens vergesellschaftet, die bei abgeblendetem Lichte in prachtvollen grünen und rothen Farben leuchteten; weniger gut waren sie im durchfallenden, zerstreuten oder polarisirten Lichte zu erkennen und erschienen da etwas trüb, aber ziemlich farblos: sie können darnach wohl als Schwefel-Kryställchen angeredet werden. — Neben seinem Eisenglanze führt *Penck* auch noch pleochroitischen Biotit an, dessen Lappen »gewöhnlich voller Mineraleinschlüsse« seien; dies ist von mir nie beobachtet, im Gegentheile zeigte dieser Glimmer immer recht reine Substanz (auch keine Rutilnadelchen eingelagert). *Brögger's* Angabe über seinen Pleochroismus aber kann ich dahin ergänzen, dass derselbe zuweilen nicht von hellgelb nach braunroth, sondern nach schmutziggrünlich-braun, resp. graubraun stattfindet. — Dieser braune Glimmer erschien mir vor allen andern Gemengtheilen des Gesteins interessant, nämlich als ein für betr. contactmetamorphische Gesteine charakteristisches Mineral und werde ich die Bedeutung, welche er mir in allen auf Metamorphismus bezüglichen Fragen zu besitzen scheint, in meiner weiteren Darstellung noch darzulegen versuchen. Diese Rücksicht machte eine eingehendere Untersuchung wünschenswerth; zwar liess sich schon aus dem Resultat der Bauschanalyse erkennen, dass dieser Glimmer frei von Eisenoxyd sein müsse und dadurch sich von fast allen andern bekannten Biotiten unterscheide, doch genügte mir diese Erkenntniss noch nicht und war es mein Bestreben, soviel von den Eigenschaften dieses Glimmers zu erfahren, als nur die Verhältnisse zu ermitteln erlaubten. Die Erlangung einer genügenden Menge homogenen Materials für eine Sonder-Analyse war jedoch ungemein schwierig, weil das Gestein verhältnissmässig sehr feinkörnig ist und weil der Verband der heterogenen Gemengtheile ein derartig inniger und fester ist, dass bei der Zerkleinerung die einzelnen Constituenten eher zerbrechen und zerreißen, als vom Nachbar lassen; in Folge dessen erhält man bei Weitem zahlreichere heterogene als homogene Partikel; wer freilich in der Lage ist, mehrere Kilogramm von bis nur zur mittleren Korngrösse der Gemengtheile zerkleinerten Gesteins-Pulver mittels Klein'scher Lösung zu schlämen (möglichst nach vorhergehender electro-magnetischer Entfer-

nung des Erzes), der darf wohl hoffen, auf diese Weise genügend viele Glimmerblättchen von durchschnittlich 0,05 mm Durchmesser zu erlangen; bei meiner Armuth an Material aber war ich gezwungen, zu diesem Behufe das Gestein z. th. staubfein (0,001 mm Korngrösse) zu pulvern und, in Ermangelung eines Electromagneten, dasselbe von Anfang an zu schlämmen. Unseren, des Herrn *Jannasch* und meinen vereinten Bemühungen gelang es denn schliesslich auch aus solchem Staubbpulver Analysen-Material*) zu erhalten, von dem ich auf Grund der mikroskopischen Prüfung versichern kann, dass es *mindestens* zu 95 % aus Glimmer bestand. Das Resultat der Analyse folgt weiter unten und habe ich ihm gleich die Formel-Berechnung angeschlossen. Darnach entspricht dem chemischen Bestande die (empirische) Formel:



Dem Bestande lässt sich, wie auch weiter unten gezeigt ist, durchaus keine der z. Z. geltenden *theoretischen* Glimmerformeln anpassen und könnte man aus diesem Grunde versucht sein, dieses Mineral gar nicht als Glimmer gelten zu lassen. Dies wäre aber meiner Meinung nach durchaus nicht gerechtfertigt; einmal deshalb weil in Wahrheit sein chemischer Bestand durchaus nicht so ungeheuer von demjenigen mancher anderen, anerkannten Glimmer abweicht und dann, weil alle andern Eigenschaften, soweit solche zu bestimmen gehen, die Zugehörigkeit zur Glimmerfamilie erweisen. So ist auch das *spec. Gewicht* 3,096 ein für Glimmer zwar hohes**), aber doch nicht ungewöhnliches. Der oben berührte

*) Die Summe des aus Pulver von verschiedenen Korngrössen gewonnenen Glimmermaterials war leider immerhin noch nicht gross genug, um alle wünschenswerthen Bestimmungen, z. B. auch die des Fluors, vorzunehmen; um Substanzverlust zu vermeiden, wurde das Material von ungleichen Grössenstufen nicht nochmals verrieben, sondern direct verwandt; in Folge dessen blieb beim Aufschluss mit Säuren ein Rest (noch nicht 1 Procent), in dem ich u. d. M. mehrere, noch unversehrte gebliebene Glimmerblätter erkennen konnte neben zahlreicheren ausgebleichten; die Hauptmasse desselben bestand aber in trüben, wohl auch vom Glimmer herrührenden Partikeln.

**) Den in *Rammelsberg's* Min.-Chemie bei der Zusammenstellung von Magnesiaglimmer-(incl. Eisenglimmer-)Analysen beigegebenen Notizen zu Folge, aber abgesehen von dem wahrscheinlich durch Verunreinigung bedingten ungewöhnlich hohen Gewicht (3.96) des Gl. von Haindorf, schwankt das spez. Gewicht derselben zwischen 2,7 und 3,169 mit dem arithmet. Mittel (aus 14 Angaben) von 2,94.

Umstand dürfte darnach nicht einem im Glimmer selbst beruhenden Umstande, sondern einem Mangel der Theorie zuzuschreiben sein und ist abhängig von der Beantwortung der Frage, in wie weit der Theoretiker den natürlichen Befund modeln darf oder nicht; dem vorliegenden Glimmer erscheinen im chem. Bestande z. B. die von *Schweitzer*, bezügl. *Hawes* analysirten Glimmer von New-York und von Middletown sehr ähnlich, welche *Tschermak* als *Anomite* aufführt; berechnet man aber deren Bestand aus den von diesem selbst gegebenen Anomit-Formeln und vergleicht damit den directen Befund, so werden wohl Viele mit mir darin übereinstimmen, dass der Natur da Gewalt angethan ist. Wer dies aber nicht findet, dem ist es ein Leichtes, auch diesen Glimmer unter die theoretische Formel zu beugen.

Neben diesem braunen Glimmer erkennt man in *viel* geringerer, aber verhältnissmässig auch nicht unbedeutender Menge ein *fast farbloses blättriges Mineral* von nur ganz schwachem grünlichem oder gelblichem Scheine, welches sich mehr durch seine verschiedene Lichtbrechung als durch diesen Schein von den körnigen Gesteinsgemengtheilen im zerstreuten Lichte unterscheidet; es bildet ersichtlich Lappen und Häute, welche sich meist über mehrere der anderen Gesteinsgemengtheile erstrecken; *Penck* wie *Brögger* zählen *Muscovit* als Gemengtheil auf; diesem dürfte das Mineral jedoch schwerlich angehören, einmal deshalb, weil es in Querschnitten nicht die so ausgezeichnete Blätterstructur zeigt wie jener und dann wegen seiner sehr schwachen Reaction auf pol. Licht, die eher an Talk erinnert. Durch Combination dieses Minerals mit farblosen Körnern resultiren zuweilen lamellare Vielingsbildung oder Blätterdurchgänge der letzteren nachahmende Erscheinungen, über deren wahre Natur aber die Einstellung auf Dunkelheit u. s. w. unterrichtet. Sehr häufig findet man in derartigen Lappen feine Fasern oder Blättchen-Querschnitte vereinzelt oder in wirren Haufwerken eingeschaltet, dabei aber stets ganz ungleichmässig vertheilt; diese Fasern etc. entsprechen in ihrer Natur möglicher Weise der einschliessenden Substanz selbst; sie löschen zw. + N. bei Parallelstellung aus. Dieses Mineral tritt, wenn auch seltner als der braune Glimmer, ebenfalls als Interposition in den körnigen Gemengtheilen auf.

Opake Körnchen, zuweilen auch grosse, häufig in die Länge gezogene und der Schieferung parallel gelagerte Concretionen finden sich, wenn auch ungleichmässig vertheilt (zuweilen in Trümmern),

doch durch das ganze Gesteinsgemenge verstreut und entsprechen, wie schon erwähnt, dem weissen Metallglanze nach ausschliesslich oder wenigstens vorzugsweise dem *Magnetkies*; etwas Magneteisen kann daneben wohl vorhanden sein; in Anbetracht dieses Umstandes ist der Schwefelgehalt des Hornfels (auch im nachbeschriebenen Kalkhornfels) auf FeS verrechnet worden. — Aus der feingepulverten Gesteinsmasse erhält man durch Schlämmen das Erz in schwarzen opaken Ballen und lockeren Haufwerken, welche, zumal in Luft, in Wasser eingelegt weniger, u. d. M. betrachtet einen koksähnlichen; schlackigen Eindruck machen; der weisse Metallglanz ist nur an wenigen Stellen deutlich erkennbar; diese Ballenform ist dem starken polaren Magnetismus zuzuschreiben, welcher sich offenbart, sobald man dem durch Schlämmen an Erz angereichertem Pulver einen gewöhnlichen Magnetstab nähert: dieser erhält da ungemein dichte und 1 mm lange Bärte.

Weiter ist anzuführen, dass gleicher Weise durch das Gestein verstreut, aber meist in farblosen Körnern eingewachsen sich rundliche, ellipsoidische oder noch mehr in die Länge gezogene (und, wie wenigstens einzelne derselben erkennen liessen, zw. \perp N. bei Parallelstellung auslöschende), stark lichtbrechende, leder- bis grünlich-gelbliche Körnchen von 0,001—0,005 mm Durchmesser auftreten. Welcher Art sie sind (*Penck's* Cordierite? — Einschlüsse habe ich in ihnen nicht gefunden), lässt sich nicht ergründen; trotz des durch die Partialanalyse ermittelten grossen Titangehaltes des Glimmers ist es, da ein unverkennbarer Träger der Titan- und Zirkonsäure mikroskopisch nicht nachzuweisen ist, immerhin möglich, dass gerade diese Körnchen reich an ihnen sind und der ungewöhnlich hohe Titangehalt des analysirten Glimmermaterials zum Theil von ihm beigemengten Körnchen dieser Art herrühre; dagegen ist jedoch einzuwenden, dass ihre Menge und Masse an sich zu gering ist, um die gefundenen Quanta von Titansäure und verwandten Substanzen zu decken.

Hornfels-Analyse No. XI.

1.2530 g angew. Subst. gaben 0.7080 g SiO_2 ; 0.0126 TiO_2 ; 0.2594 Al_2O_3 ; 0.1210 Fe_2O_3 [oder 0.1089 FeO = 8.69 %]; Spuren von MnO; 0.0046 CaO u. 0.1341 $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ = 0.0483 MgO.

Magnetkies-Bestimmung. 1.1630 g gaben 0.0170 SO_4Ba = 0.0023 S = 0.19 %, entsprechend 0.0063 FeS = 0.54 %.

I. Eisenoxydul-Bestimmung. 0.5762 g im CO_2 -Strome mit Schwefelsäure u. Flusssäure aufgelöstes Gesteinspulver verlangten zur Oxydation des Eisenoxyduls = 7.4 Cc. Kaliumpermanganatlösung (auf 0.00532 g Fe pro Cc. eingestellt), entsprechend 0.039368 Fe = 0.050616 FeO = 8.78 %. — *II. FeO-Best.* 0.5418 g Hornfels verlangten bei der Titration 6.9 Cc. Kaliumpermanganat (Titer wie bei I.) = 0.036708 Fe oder 0.047196 FeO = 8.71 %. — *III. FeO-Best.* Diese Bestimmung wurde an einem Material vorgenommen, welches durch Cadmiumborowolframatlösung so gut wie vollständig von den in dem Gestein vorkommenden Magnetkieskryställchen befreit war. — 0.5110 magnetkiesfreies Pulver erforderten bei der Titration 5.5 Cc. Kaliumpermanganat-Lösung, von welcher 1 Cc. = 0.005977 Fe entsprach, das sind = 0.0328735 g Fe = 0.0422659 FeO = 8.27 %. — Aus diesen Eisenoxydulbestimmungen geht mit grosser Gewissheit hervor, dass alles in dem analysirten Hornfels vorhandene Eisen als Oxydul, also als Ferro-Silikat zugegen ist.

Glühverlust. I. 1.0356 g verloren beim Glühen 0.0170 g = 1.64 %. II. 0.5172 verloren 0.0078 g = 1.50 %.

Zwei besondere directe Bestimmungen des Wassers. I. *Best.* 0.7466 g Substanz gaben 0.0184 H_2O = 2.46 %. — II. *Best.* 1.1359 g davon gaben 0.0245 g H_2O = 2.16 %. Beide Wasserbestimmungen wurden durch Glühen des feinen Gesteinspulvers mit Bleichromat bewerkstelligt.

Alkalien. 1.1116 g gaben 0.2473 Kaliumchloroplatinat = 0.0754 KCl = 0.0476 K_2O = 4.28 % u. 0.0748 Na_2SO_4 = 0.0326 Na_2O = 2.93 %.

Besondere Prüfungen. CO_2 , P_2O_5 u. BeO fehlten ganz, dagegen waren Spuren von Cl nachweisbar.

Spec. Gew. 2.0837 g verloren bei 16° im Pyknometer 0.7596 g H_2O , was einem Spec. Gew. von 2.743 entspricht.

Analyse des Glimmers.

Die Menge des erhaltenen Glimmers betrug nicht ganz 1 g. Derselbe bildete lebhaft glänzende Blättchen von braunrother bis dunkelbrauner Farbe. Von Salzsäure wird er theilweise zersetzt; das Eisen scheint aber durch die Säure vollständig ausgezogen zu werden; ähnlich wirkt ein Gemisch von Schwefelsäure und Salzsäure. Der Schmelzpunkt des Glimmers liegt sehr hoch; im Platintiegel vor der Gebläseflamme¹⁾ schmilzt er nur wenig zu einem schwärzlichen Glase zusammen. — Zur Analyse wurde der Glimmer nicht erst besonders fein gepulvert, um jeden Verlust an Material zu vermeiden. 0.3354 g desselben gelangten zur Wasser- und zur Kieselsäure-Wägung und mit 0.5179 g Substanz wurden die übrigen Bestandtheile bestimmt. Die Wasser-Bestimmung erfolgte durch Glühen des Glimmers im Kugelrohr und Auffangen des erst bei Glühhitze entweichenden Wassers im Chlorcalciumrohr²⁾. Nach dieser Operation wurde das Material in einen

¹⁾ In Neues Jahrb. für Mineral. etc. von Benecke, Klein u. Rosenbusch 1883, II. Bd. pg. 123. — Zu diesem Versuche diente das für die Kieselsäure-Bestimmung abgewogene Material.

²⁾ Dasselbst 1885, Bd. I, pg. 92.

Platintiegel gegeben und durch Zurückwägen der Kugelhöhre die darin haften gebliebenen Antheile festgestellt:

$$\begin{array}{rcl} \text{Kugelhöhre zurückgewogen} & = & 28.7280 \\ \text{» leer} & = & 28.7082 \\ \hline & & 0.0198; \end{array}$$

ausserdem war zu berücksichtigen, dass die angewandten 0.3354 g durch das Glühen in Folge Oxydation von Eisenoxyd zu Eisenoxyd = 0.0038 g an Gewicht zugenommen hatten: $0.3354 : 0.3292 = 0.0198 : x = 0.0200$ g; mithin $0.0198 \text{ g} - 0.0002 \text{ g} = 0.0196$, so dass also für die Bestimmung der Kieselsäure noch 0.3158 g übrig blieben. Dieselben wurden, nach Anstellung der oben erwähnten Schmelzprobe, durch anhaltendes Glühen mit 3 g Soda über einem kräftigen Gasbrenner, zum Schluss vor der Gebläseflamme aufgeschlossen u. s. f. Die erhaltene Kieselsäure wurde mit einem Gemisch von Flusssäure und Salzsäure verjagt, der Rückstand geglüht und in Abrechnung gebracht; er betrug $0.0042 \text{ g} = 1.33 \%$.

0.5179 g Glimmer dienten zur Bestimmung des Eisenoxyduls, der Titansäure, des Kalkes, der Magnesia und der Alkalien. Aufgeschlossen hierzu wurde die ungeluperte Substanz mit einem Gemisch von Flusssäure und Schwefelsäure (50 Tropfen conc. Säure). Obgleich der Zusatz von Flusssäure mehrmals erfolgte, blieb trotzdem eine geringe Menge Substanz ungelöst; sie betrug 0.0093 g, so dass mithin nur 0.5086 g Glimmer zur Analyse gelangten. Nach Abrauchung der überschüssigen Schwefelsäure auf dem Luftbade, Lösen des Rückstandes in Wasser unter Zusatz reichlicher Mengen von Salzsäure wurden nun Eisen, Aluminium, Titan, die Alkalien etc. auf Grundlage der früher von mir bei der Analyse von Foyait¹⁾ angewandten Trennungsmethoden bestimmt. Zu berücksichtigen waren gleichzeitig die bei dem Ammonnieder-schlage (Fe, Al, Ti) zurückbleibenden kleineren Mengen von Magnesia; ihre Ermittlung geschah nach Abscheidung der Titansäure dadurch, dass Eisen und Aluminium in stark saurer Lösung noch einmal mit Ammoniumhydroxyd gefällt und das Filtrat mit Natriumphosphat gefällt wurde. Eisen und Aluminium wurden hierauf vermittelst der Natronschmelze geschieden; dieselben erwiesen sich frei von Titansäure und Magnesia.

Besonders hervorzuheben ist noch schliesslich, dass der bereits früher erwähnte [S. 39, Anmerk. 4] neu aufgefundenen Begleiter der Titansäure, bis auf Weiteres mit X bezeichnet, hier gleichfalls nachgewiesen werden konnte. Das mit der 20 fachen Menge von Hydrokaliumsulfat anhaltend geschmolzene Gemisch von Eisenoxyd, Thonerde und Titansäure²⁾ hinterliess nach dem Lösen der Schmelze in kaltem Wasser und Reduction des vorhandenen Ferrisulfates zu Eisenoxydulsulfat (durch H_2S -Gas) 0.0107 g unlöslichen Rückstand; dieselben wurden zweimal mit reichlichen Mengen eines Gemisches von Flusssäure und Salzsäure gelöst und wieder zur Trockne verdampft, sodann erst vorsichtig über freier Flamme schwach erhitzt, später mässig und schliesslich stark geglüht. Es blieben noch 0.0079 g zurück. Diese letzteren, mit 2 g HKSO_4 geschmolzen und darauf mit kaltem Wasser behandelt, lieferten die a. a. O. beschriebenen weissen voluminösen Flocken, und zwar $0.0050 \text{ g} =$

¹⁾ Neues Jahrb. f. Mineral. etc. 1884, Bd. II, pg. 11.

²⁾ Dasselbe war vorher nur schwach geglüht.

0.98 %. Löst man diese geglühte Menge in Schwefelsäure (20—50 Tropfen conc. Säure) unter Zusatz von Flusssäure und verjagt die letztere vollständig auf dem Wasserbade, so giebt reine, frisch bereitete Kalilauge in der kochenden Sulfatlösung einen fast weissen, flockigen, im Ueberschuss des Fällungsmittels unlöslichen Niederschlag. Weitere Prüfungen liessen die vorhandenen geringen Mengen der Substanz nicht zu; ich muss mir also spätere genauere Angaben darüber vorbehalten — besonders über die beobachteten Funken spectren u. s. f. Am meisten Aehnlichkeit zeigt die fragliche Verbindung mit Niobsäure und liegt daher die Vermuthung nahe, dass wahrscheinlich Gemische der selteneren Säuren der Zinngruppe¹⁾ oder auch damit vereinigte Zirconerde vorliegen. Diese Annahme war bestimmend, bei der Ausrechnung der chemischen Formel des Glimmers das abgerundete Durchschnitts-Atomgewicht 100 der betreffenden denkbar vorhandenen Elemente zu gebrauchen.

Auf einzelne Bestimmungen und Trennungen, welche bei den in dieser Abhandlung niedergelegten Gesteinsanalysen zur Anwendung gelangten, erlaube ich mir erst später ausführlicher zurückzukommen im Zusammenhang mit einer Reihe gegenwärtig noch nicht abgeschlossener Untersuchungen über die zweckmässigsten Methoden, kleinere Mengen von Titansäure, Niobsäure, Tantalsäure und Zirconerde, so wie sie in Gesteinen gemengt vorkommen können, hinreichend sicher und genau nebeneinander zu bestimmen. Da wo es nöthig erschien, sind in den ausführlich mitgetheilten Zahlen-Resultaten entsprechend kurze analytische Bemerkungen aufgenommen worden.

0.5086 g Glimmerblättchen gaben 0.0173 TiO_2 ; 0.0050 X; 0.1240 Fe_2O_3 = 0.11160 FeO ; 0.0900 Al_2O_3 ; 0.0056 CaO ; 0.0406 MgO (0.0325 g wurden durch HgO abgeschieden: der bei der Fällung mit Ammonhydroxyd bei dem Eisen gebliebene Magnesiaantheil lieferte noch 0.0225 $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ = 0.0081 MgO = 1.59 %); 0.2216 PtCl_6K_2 = 0.0676 KCl = 0.0427 K_2O und 0.0118 SO_4Na_2 = 0.0051 Na_2O .

0.3354 g Glimmerblättchen lieferten 0.0116 g H_2O und 0.1072 SiO_2 . Diesen Werthen entspricht die folgende procentische Zusammensetzung:

SiO_2	= 33.95 %
TiO_2	= 3.40 %
X	= 0.98 %
Al_2O_3	= 17.69 %
FeO	= 21.94 %
MnO	= Spur
MgO	= 7.98 %
CaO	= 1.10 %
SrO	= Spur
Na_2O	= 1.00 %
Li_2O	= Spuren
K_2O	= 8.39 %
H_2O	= 3.46 %
	<hr/> 99.89 %.

¹⁾ Unter Zinngruppe Sn, Ti, Ta und Nb verstanden.

Aus vorstehender Zusammenstellung lassen sich berechnen:

		Atg.	Quot.	
Si	15,843	28	0,566	} 6,16
Ti	2,040	48	0,043	
Rad. X	0,742	?(100)	0,007	
Al	9,414	27,3	0,345	} 3,45
Fe	17,064	56	0,304	
Mg	4,788	24	0,199	} 5,23
Ca	0,786	40	0,020	
K	6,962	39	0,178	
Na	0,742	23	0,032	} 5,94
H	0,384	1	0,384	
O	41,134	16	2,571	25,71
<hr/>				
99,899				

Was die Summirung von Quotienten betrifft, so bin ich im Vorstehenden dem allgemeinen Brauche gefolgt. Ohne unnatürlichen Zwang erhält man so die (empirische) Formel:



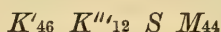
dass diese dem wahren Bestande ziemlich entspricht, beweist die nahe Uebereinstimmung der nach ihr berechneten und weiter unten (als A) angeführten procentischen Zusammensetzung mit der »gefundenen«. Dieser Bestand fügt sich aber *keiner* einzigen der z. Z. anerkannten *theoretischen* (rationellen) *Glimmerformeln*, weder einer der von *Rammelsberg* gegebenen noch einer *Tschermak'schen*, wenn man ihr nicht einen meiner Ansicht nach unerlaubten Zwang anthun will. Bei der grossen Bedeutung, der bestechenden Einfachheit und bewunderungswürdigen Eleganz der *Tschermak'schen* Theorie glaube ich dies jedoch hier ausführlich nachweisen zu müssen.

Dass sich *Tschermak's* dem Olivin entsprechende Grundsubstanz *M* auch hier leicht herausschälen lässt, sieht man auf den ersten Blick, und nach dem von *Tschermak* (Glimmergruppe II) gegebenen Schema ist eine Zustützung zu einer theoretischen Formel überhaupt gar nicht schwierig; nämlich:

	Si	Al	(Fe, Mg)	K	H
	6,16	3,45	5,23	2,10	3,84
p = Si ₆ Al ₆ (K, H) ₆	3,45	3,45	—	2,10	1,35
q = Si ₆ (Mg, Fe) ₁₂	2,61	—	5,23	—	—
r = Si ₁₀ H ₈	0,10	—	—	—	0,08

$$p : q : r = 57,5 : 43,5 : 1$$

In p verhält sich K : H = 2,10 : 1,35 und würde also erfordern 46 *K'* und 12 *K'''*; in q verhält sich Fe : (Mg, Ca) = 304 : 219; darnach kann man 43,5 = 44 *M* zertheilen in 25 Fe und 19 Mg haltige; die Formel (in *Tschermak'schen* Symbolen)



würde also ausgeschrieben lauten:

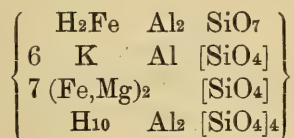
$$\left\{ \begin{array}{llll} 46 & \text{Si}_6 & \text{Al}_6 & \text{H}_3 \text{ K}_3 \text{ O}_{24} \\ 12 & \text{Si}_6 & \text{Al}_6 & \text{K}_6 \text{ O}_{24} \\ & & \text{Si}_{10} & \text{H}_8 \text{ O}_{24} \\ 25 & \text{Si}_6 & & \text{Fe}_{12} \text{ O}_{24} \\ 19 & \text{Si}_6 & & \text{Mg}_{12} \text{ O}_{24} \end{array} \right\}$$

Das eine Molekül *S* = Si₁₀H₈O₂₄ gegenüber den 102 andern habe ich absichtlich nicht vernachlässigt, der Berechnung wegen; denn da schon die Formel an sich der Wasserstoffmenge nur geringe Rechnung trägt, wollte ich letztere nicht noch durch Kürzung verringern; nach der Formel würde der Glimmer also zum *Meroxen* zu stellen sein. — Berechnen wir nun den procentischen Bestand nach dieser Formel

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	K ₂ O	H ₂ O
46 <i>K'</i>	1981,22	1693,26	—	—	775,56	149,04
12 <i>K'''</i>	454,32	389,40	—	—	356,28	—
<i>S</i>	89,29	—	—	—	—	10,71
25 Si ₆ Fe ₁₂ O ₂₄	735,50	—	1764,50	—	—	—
19 Si ₆ Mg ₁₂ O ₂₄	814,15	—	—	1085,85	—	—
10299,08 =	4074,48	2082,66	1764,50	1085,85	1131,84	159,75

Obwohl mir also nicht der Vorwurf wird gemacht werden können, dass ich zu Ungunsten der *Tschermak'schen* Formel irgend Etwas vernachlässigt habe, weicht doch der so »berechnete« und weiterhin unter (B) neben den »gefundenen« Bestand gesetzte in wichtigen Punkten und in bedeutenden Werthen von letzterem ab; beide »Bestände« decken sich offenbar nicht; auch sind die Abweichungen derart, dass man, ganz abgesehen von dem solcher Annahme widersprechenden Thatbestande, sie nicht etwa einer theilweisen »Zersetzung« in die Schuhe schieben kann; vielmehr dürfte hier einer derjenigen Fälle vorliegen, wo die Theorie nicht oder, wie man wohl sagen kann, *noch nicht* genügt.

Scheut man die einfach summarische Formel, so kann man sie wie folgt zerlegen, wobei die erste Zeile der Substanz des Chloritoids, die zweite der des Muscovits (K''' bei *Tschermak*) und die dritte der des Olivins ($\frac{1}{6} M$ bei *T.*) entspricht:



Nach dieser oder der summarischen Formel erhält man:

18	{	16,54 Si	=	463,12	=	15,919
		1,25 Ti	=	60,00	=	2,062
		0,21 R.X	=	21,00	=	0,722
10	=	10,00 Al	=	273,00	=	9,384
15	{	8,72 Fe	=	488,32	=	16,785
		5,72 Mg	=	137,28	=	4,719
		0,56 Ca	=	22,40	=	0,769
18	{	5,39 K	=	210,21	=	7,225
		0,97 Na	=	22,31	=	0,767
		11,64 H	=	11,64	=	0,400
75	=	75,00 O	=	1200,00	=	41,247
				2909,28		99,999

Procentischer Bestand:

Gefunden:		Berechnet:	
		(A)	(B)
SiO ₂	33,95	34,11	} 39,56
TiO ₂	3,40	3,44	
X	0,98	0,95	
Al ₂ O ₃	17,69	17,63	20,22
FeO	21,94	21,58	17,13
MgO	7,98	7,86	} 10,54
CaO	1,10	1,08	
K ₂ O	8,39	8,71	
Na ₂ O	1,00	1,03	} 10,99
H ₂ O	3,46	3,60	
	99,89	99,99	99,99

Nach (A) berechne ich die Masse des Glimmers im Hornfelse, indem ich von der Menge des Eisenoxyduls ausgehe als derjenigen unter den wesentlichen Grundverbindungen, welche aller Wahrscheinlichkeit zu Folge ganz oder so gut wie ganz auf den Glimmer beschränkt ist, da nur dieser unter den Haupt-Gemengtheilen deutlich farbig ist; MgO eignet sich nicht zum Ausgangspunkte, weil man einen Theil seiner Menge noch in dem farblosen »glimmerartigen« Minerale voraussetzen muss; dasselbe gilt von H₂O und in Betreff von Kali und Natron kommen auch noch die farblosen körnigen Gemengtheile in Betracht.

	Hornfels	Glimmer	Rest
SiO ₂	56,50	13,07	43,43
TiO ₂	{ 1,00	1,31	(— 0,31)
X		0,03	(— 0,03)
Al ₂ O ₂	20,70	6,76	13,94
FeO	8,27	8,27	—
MgO	3,85	3,01	0,84
CaO	0,36	0,41	(— 0,05)
K ₂ O	4,28	3,34	0,94
Na ₂ O	2,93	0,39	2,54
H ₂ O	2,46	1,38	1,08
FeS	0,54	—	0,54
	100,89	37,97	63,31 (— 0,39)

Dieser Berechnung zu Folge beträgt die Masse des Glimmers also 38 Gewichtsprocente von der Gesteinsmasse, was mit der optischen Schätzung derselben recht wohl übereinstimmt. Den für die übrigen Gemengtheile bleibenden Rest zu deuten, abgesehen von den 0,54 FeS, ist ein aussichtsloses Wagniss, denn neben Quarz, auf welchen die Kieselsäuremenge hinweist, können hier noch sehr verschiedenartige Verbindungen (in Anbetracht der grossen Thonerdemenge) vorliegen.

In Rücksicht der Möglichkeit, dass dieser eingehender untersuchte, »normale« und nach *Brögger's* Zeugniß am Weitesten verbreitete Glimmer-Hornfels noch nicht das »End-Product« der Contactmetamorphose darstelle, wurden des Weiteren die unmittelbaren Contactverhältnisse geprüft.

An der Grenze und *im unmittelbaren Contact* mit dem Prädacittrume ist das Gestein noch etwas reicher an Magnesiaglimmer, dagegen frei von grösseren metallglänzenden Kieskörnern, was beides seinen Grund in ursprünglichen Substanzverhältnissen haben kann und wird; der hier auffällig grosse, aber nur verhältnissmässig reichliche Gehalt der farblosen Körner an bis zur äussersten Kleinheit sinkenden Interpositionen, wie Glimmerblättchen etc., spricht für eine hier stattgehabte Beschleunigung der Umwandlungsvorgänge, resp. der Verfestigung oder Erstarrung der Umwandlungsproducte. Nur die Armuth an dem fast farblosen glimmerartigen Minerale ist *möglicher Weise* als ein höherer Umwandlungs-Grad anzusehen und erhöhter Contactwirkung zuzurechnen; dieser Gemengtheil führt hier keine Faser-Einschlüsse, ist jedoch dafür reich an z. th. trüben, kleinsten Körnchen; der Grenze zu nimmt seine Menge anscheinend ab und sind die übrigbleibenden Häutchen da intensiv getrübt durch gelbliche bis opake Partikelchen. — Die Grenze gegen den Prädacit der Apophyse ist weder geradlinig noch scharf, stellenweise ist entschieden gar nicht zu bestimmen, ob man den betreffenden Gemengtheil dem Hornfelse oder dem Prädacite zurechnen soll und im Uebrigen findet, wie schon angegeben, eine Vermittlung in der Weise statt, dass Hornfelsgemengtheile oder ihre grösseren »Schmelzkerne« als Grundmassengemengtheile im Prädacittrum auftreten; im Allgemeinen entspricht die Grenz-Richtung einer Hornfels-Schichtfläche und ist die Grenze dadurch angegeben, dass der Hornfels eben ungemein reich an dunklem Glimmer ist, der Prädacit aber nicht, ferner dadurch, dass die farblosen körnigen Gemengtheile des ersteren

viel grössere Reinheit besitzen im Verhältniss zu denen des Prädacits. — Die wichtigsten Resorptionsverhältnisse der in das Trum aufgenommenen Hornfelsconstituenten sind schon früher dargestellt worden; hier sei noch hinzugefügt, dass die unter diesen zuletzt aufgezählten gelblichen Körnchen recht contact-beständig, resp. widerstandsfähig erscheinen und in der Prädacit-Grenzzone wiederzufinden sind.

Ähnliche Contact-Erscheinungen liessen sich an einem unweit der Grenze, in 1,5 mm Entfernung, und zwar etwas geneigt zu ihr gelagerten *Hornfels-Einschlusse im Prädacittrume* erkennen, dessen Durchschnitt bei 5 mm Länge 2—3 mm Breite besass. Im Innern zeigt derselbe normales Hornfelsgemenge; in den farblosen Körnern findet man hier häufiger Interpositionen (Glimmerblättchen und erwähnte gelbe Körnchen) als sonst, wenn auch immerhin noch spärlich. An seiner Grenze erscheint die mechanische Auflockerung weiter vorgeschritten, indem der losgelösten Partikel zahlreichere sind; auch hat sich die Contactwirkung beim Magnesitglimmer im Allgemeinen auf eine Loslösung grösserer Lappen beschränkt, feinste Zerfaserung oder gar Auflösung ist seltner. An der Brockengrenze sind eine Anzahl Glimmerblätter zu zwei Haufen von solchen Dimensionen zusammengeschoben, wie solche im übrigen Gesteinsgemenge nicht beobachtet sind; in dem einen derselben erkennt man am Glanze auch einen langen wurstähnlichen, der Brockengrenze parallel gelagerten Wulst von Magnetkies, als ob das Magma dieses für dasselbe wahrscheinlich nicht assimilirbare Mineral zurückgeschoben habe; doch findet sich auch im Prädacit, in der Nähe des Brockens, ein ähnlicher kleinerer Wulst.

Noch höhergradige Contact-Umwandlungs-, sowie mechanische und substantielle Auflösungs-Erscheinungen könnte man an den *Hornfels-Schollen* zu finden erwarten, welche, wie schon erwähnt, in die Hauptmasse des Prädacits bei Gunildrud eingeschlossen sind. Beobachtungen an einem, makroskopisch den bereits beschriebenen Hornfelsen ähnlichem Stücke lassen jedoch erkennen, dass dasselbe Umwandlungsstadium vorliege. Das betreffende Stück ist schräg zur Schichtung (und Schieferung), welche nur noch undeutlich in der Lage der Glimmerblätter angezeigt ist, von dem früher unter No. 4 beschriebenen Trümchen durchsetzt. Dieser Hornfels ist aller Wahrscheinlichkeit nach nicht aus kalkfreiem Thonschiefer hervorgegangen und zeigt Verwandtschaft mit den unten beschrie-

benen Kalkhornfelsen; dieses nämlich darin, dass neben dem braunen Magnesiaglimmer in ziemlich gleicher Menge eine *Hornblende* von gleicher Erscheinungsweise wie die in den weiter unten beschriebenen, wahrscheinlich aus kalkhaltigen Gesteinen hervorgegangnen Hornfelsen auftritt (dergl. Hornblende scheint, der Durchmusterung des geschlämmten Gesteinspulvers zu Folge, auch dem zuerst beschriebenen Hornfelse, in dessen Schliffpräparaten sie aber durchaus vermisst wurde, nicht völlig zu fehlen; doch war ihre Bestimmung in Bruchstückform unsicher); solche Hornblende ist auch ganz ähnlich den aus dem Trume selbst schon beschriebenen, ausgeblassten aber fleckenlosen Hornblendefetzen; sie ist hellgrünlich bis fast farblos (*Penck*, l. c. 71, beobachtete dagegen in einem solchen Stücke eine dunkelgrüne), äusserst schwach pleochroitisch und erscheint ganz regellos gestaltet in Stengeln verschiedener Breite, in Körnern, Blättern und Lappen, meist mit dem Glimmer vergesellschaftet, auch Blättchen desselben einschliessend; hin und wieder findet man gröber struirt Aggregate von Hornblende und Glimmer, in denen bald dieser, bald jene vorwaltet; im Allgemeinen kommt die Menge beider kaum jener des Glimmers in den schon beschriebenen Hornfelsen gleich. Auch das fast farblose glimmerähnliche Mineral ist nur sehr spärlich vertreten; dabei ist es erfüllt von z. th. opaken, z. th. trüben, z. th. auf pol. Licht reagirenden Körnchen sowie braunen Glimmerblättchen; sehr oft erhält man jedoch den Eindruck, als ob dergleichen Körnchen-Haufwerke gar keine glimmerähnliche Matrix mehr besässen. Opake Körner, dem Glanze nach von Magnetkies, finden sich selten. Die Hauptmasse des Gesteins bilden auch hier farblose Körner ersichtlich von derselben Art wie in den andern Hornfelsen; sie sind von verschiedenster Form und Grösse (durchschnittlich 0,04 mm) und enthalten, wenn auch nicht übermässig viele, doch relativ zahlreichere Interpositionen, besonders häufig Glimmerblättchen und Hornblendenadeln, spärlicher und hier meist schwierig von ersteren zu unterscheidende gelbliche Körnchen der gedachten Art, ferner aber auch ganz kleine Gasporen sowie ähnliche rundliche Einschlüsse mit dunkel umrandeten, anscheinend stabilen Bläschen (als »*secundäre* Glaseinschlüsse«, falls sie überhaupt aus Glas bestehen, möchten dieselben deshalb nicht zu bezeichnen sein, weil ihre Entstehungszeit mit derjenigen, resp. mit der Metamorphose ihres Wirthes zusammenfallen dürfte); hin und wieder erkennt man hier runde oder rundliche kleinere farblose

Körner (Schmelzkerne?) in grösseren eingeschlossen. Plagioklas-ähnliche Gemengtheile von lamellarem Viellingsbau sind äusserst selten nachzuweisen, viel häufiger sind in Form und Polarisationsverhalten, sowie durch Zwillingsbildung an Orthoklas erinnernde Körner.

Demnach dürfte der oben ausführlicher beschriebene, auch chemisch analysirte Hornfels als das Endproduct der Umwandlung eines Thönschiefers im Prädacit-Contacte wesentlich darstellend mit Recht aufgeführt werden.

Demselben ähneln auch, soweit die mir zugänglichen literarischen Quellen, insbesondere *Lossen's* und *Rosenbusch's* Arbeiten davon berichten und directe Vergleichung erkennen liess, die entsprechenden Contactprodukte anderer Regionen; man darf sogar, wenn man ausser der Structur das Wesen des normalen (Glimmer-) Hornfelses in seinem einfachen Bestande aus farblosen Quarz- und Silicat-Körnern sowie braunem Glimmer erkennt (auf das farblose glimmerähnliche Mineral dürfte schon in Rücksicht darauf, dass es im unmittelbarsten Contacte fast völlig verschwindet, kein Gewicht zu legen sein), den *Hornfels des Christianiabeckens* als *Norm für alle anderen* hinstellen, als dasjenige Vorkommen, welches den Typus am Reinsten repräsentirt.

Zu dieser Ansicht bin ich, ausser nach literarischen Berichten über andere Vorkommen, durch den Befund meines Vergleichsmaterials, welches allerdings lediglich aus dem Harz*) stammt, gelangt. Da aber eben diese Harzer Hornfelse, welche schon im Hinblick auf die verschiedenen werthvollen daran angeknüpften Arbeiten erhöhtes Interesse verdienen, bisher als typisch für die normalen, Andalusit-freien Hornfelse gegolten haben dürften, glaube ich auf ihren Befund hin diese Behauptung aufstellen zu dürfen, allerdings mit der Verpflichtung dieselbe auch zu motiviren. Zunächst machen sie zum grossen Theil einen noch recht unfertigen Eindruck, indem die farblosen, körnigen Gemengtheile nur an vereinzelter Stellen dicht aneinanderschliessen; doch will ich darauf

*) Um möglichst sicher bestimmtes Material zu haben, habe ich mich gelegentlich der unter Führung *Lossen's* im Jahre 1880 stattgehabten Excursion der D. geol. Gesellsch. in's Bodethal nicht gescheut, den Führer fortgesetzt zu belästigen, indem ich für jedes gesammelte Handstück seine Bestimmung erbat; dem Danke, zu welchem mich dieser ausgezeichnete Forscher durch seine dabei bewiesene Willfährigkeit verbunden, erlaube ich mir auch hier Ausdruck zu geben.

weniger Gewicht legen, weil diese Erscheinung bei Kalkhornfelsen, zu denen die Harzer eine ungemein grosse Verwandtschaft besitzen, seltener zu sein scheint; aus demselben Grunde soll der jähe Wechsel in der Structur, der besonders von den Korngrössen bedingt wird, nicht betont werden: dafür aber desto mehr die Fülle von »Uebergemengtheilen« und der dadurch bedingte schnelle Wechsel in der Mineralcombination. Das Muttergestein der Harzer Hornfelse scheint durchgängig reicher an Kalkkarbonat gewesen zu sein und kommt es wohl daher, dass in den dunklen »Hornfelsen« und »Glimmerhornfelsen« des Harzes ziemlich farblose, grünliche Hornblende (für welche ich das nicht ganz sicher zu bestimmende Mineral wenigstens halte) eine ebenso grosse Rolle spielt wie der für die Thonschiefer-Hornfelse charakteristische Glimmer. Eine Folge dieses Umstandes ist denn auch, dass die Masse des letzteren derjenigen in Christiania-Hornfelsen meist auch nicht entfernt gleichkommt. Nur in einem »Granat-Hornfels« von der Schurre a. d. Rosstrappe, welcher den norwegischen H. auch makroskopisch durch den röthlichgrauen dunklen, *warmen* Farbenton und Glanz ähnelte, war schichtweise die Glimmermenge ebenso gross, aber auch dieser Hornfels führte, abgesehen von accessorischen, (mindestens 1 mm) grossen Granaten und vielfach durchwachsenen, grossen Lappen eines äusserst pleochroitischen, gelblich- oder dunkel-grauen bis schwarzen, Ottrelith- oder Thuringit-nahestehenden Glimmers, in manchen Schichten sehr reichlich Hornblende.

Die Uebereinstimmung der normalen (Glimmer-) Hornfelse aus den verschiedenen Gegenden lässt sich aber naturgemäss z. Z. nur mit grossem Vorbehalte behaupten, da unsere Kenntniss des Mineralbestandes derselben noch zu unsicher ist; einen festeren Halt wird solche Behauptung erst dann bekommen, wenn chemische Sonderanalysen des charakteristischen braunen Glimmers die Gleichheit desselben für die verschiedenen Gebiete ergeben.

Dass dieser charakteristische Glimmer wirkliches Contact-product, bei der Metamorphose entstandene Neubildung ist, dürfte wohl keinem Zweifel begegnen: aber auch für alle andern, wesentlichen wie untergeordneten Hornfelsgemengtheile ist diese Annahme wohl die zunächst liegende und deshalb wahrscheinlichere.

Mit der mineralogischen Umwandlung sind die Aenderungen der physikalischen Eigenschaften innig verbunden: schon der »gehärtete« Schiefer kommt dem Hornfels in der Härte und so ziem-

lich auch in der Abnahme des Glühverlustes nahe, ist aber noch vor dem Löthrohre schmelzbar; letztere Eigenschaft hat aber das Endproduct, der Hornfels, auch verloren, welcher ausserdem durch Glanz und muschligen Bruch sich wesentlich von jenem unterscheidet. Schieferung lassen, wie schon erwähnt, die Hornfelse makroskopisch gar nicht mehr erkennen, jedoch findet man von ihr u. d. M. Spuren in den zur Schichtfläche geneigten Schliffen; die Lamellen und Fetzen des Magnesiaglimmers liegen nämlich in ihrer überwiegenden Mehrzahl parallel oder doch nahezu parallel der Schichtung, was besonders bei Prüfung des Pleochroismus recht augenfällig wird.

Betreffs der Mineral-Combination zeigt die von mir beobachtete Reihe von Umwandlungsproducten, wohl nur zufällig, eine bedeutende Lücke: der gehärtete Schiefer steht dem weichen Thonschiefer noch sehr nahe, indem seine farblosen körnigen Gemengtheile sich noch unverändert und klastisch erweisen, auch innerhalb der Maschen-bildenden Substanz häufig aus letzterem bekannte Partikel, wenn auch ganz untergeordnet, sich noch vorfinden; — der Hornfels dagegen hat weder mit jenem noch mit diesem wesentliche Gemengtheile gemein.

Diese vollständige mineralogische Kluft, der Hiatus zwischen gehärtetem Schiefer und Hornfels erscheint aber nicht so schroff, da wir wissen, welche Gemengtheile des einen denjenigen des andern entsprechen, d. h. welche Gemengtheile des ersteren vorzugsweise das Material zur Neubildung betreffender Gemengtheile des andern geliefert haben; wir dürfen nämlich mit ziemlicher Sicherheit behaupten, dass der charakteristische Glimmer des Hornfelses nur aus dem glimmerähnlichen Materiale des gehärteten Schiefers hervorgegangen sei.

Für diesen Glimmer haben wir zugleich eine kleine Reihe von Bildungs-Stadien kennen gelernt; wir wissen also, dass derselbe nicht plötzlich fertig aus seinem Rohmaterial hervorgegangen ist, sondern erst einige Vor- oder Zwischenstufen in seiner Entwicklung durchlaufen musste; zugleich erwies sich sein Rohmaterial als das gegen die Einwirkungen der Contact-Metamorphose empfindlichste, da es schon zu Neubildungen geschritten war, wo andere Gemengtheile sich noch unverändert zeigten. Die den Glimmer liefernde, gemengte Muttersubstanz scheint aber nicht völlig in jenen aufgegangen zu sein; den in grössrer oder geringrer Menge bleibenden und nur in der innersten Contactregion noch

umwandlungsfähigen, wahrscheinlich ungemein thonerdereichen Rückstand dürfte das »glimmerähnliche« Mineral repräsentiren; der chemische Bestand des neugebildeten Glimmers aber, sein ungewöhnlich hoher Gehalt an Wasser, Alkalien und Eisen, dient meiner früher dargelegten Ansicht zur Stütze, dass in der Muttersubstanz, in den blättrigen Thonschieferconstituenten Verwitterungsproducte primärer Gemengtheile (Feldspathe, Bisilicate, Glimmer) protogener Gesteine vorliegen.

Solche allmähliche, in Zwischenproducten sich darstellende Herausbildung vermochte ich für alle andern Hornfels-Gemengtheile nicht zu erkennen; deshalb erscheint es mir nicht unwahrscheinlich, dass letztere sich plötzlich um-, resp. neugebildet haben und dass ein Fortschreiten solcher Umbildung also nur local, nicht substantiell, zu verfolgen sein dürfte.

Die Mineral-Natur der für den Gesteinsbestand wesentlichsten unter diesen Gemengtheilen, nämlich der *farblosen Körner*, ist, wie oben schon gesagt, nicht zu ermitteln, doch dürfte ein grosser oder sogar der grösste Theil derselben dem *Quarz*, ein Theil aber, was allerdings erst die Kalkhornfelsanalyse besonders wahrscheinlich macht, wohl mit Recht den *Feldspathen* zugerechnet werden. *Brögger* und *Penck* heben die Gegenwart von Plagioklas hervor; meinen Beobachtungen zu Folge ist aber dessen Betheiligung bestenfalls eine verschwindend geringe und glaube ich eher an ein Auftreten des Orthoklas in zuweilen beachtenswerther Menge. Mit genannten Forschern stimme ich also darin überein, dass die von *Rosenbusch* (Phys. II, 43) aufgestellte und ganz besonders betonte Behauptung des »absoluten Fehlens des Feldspathes in den Schiefer-»Granit«-Contactzonen« hier keine Stütze findet und demnach nicht haltbar ist, andererseits kann ich aber auch den weitergehenden Behauptungen jener Herren nicht beipflichten; wenn *Brögger* (l. c. S. 329) seine Meinung dahin ausspricht, dass die betr. farblosen Körner »zum grossen Theil dem Plagioklas« angehören dürften und *Penck* (l. c. S. 81) erklärt, dass hier als »Endproduct der Metamorphose ein gneissartiges Gestein auftrete«, glaube ich die Versicherung nicht unterdrücken zu sollen, dass ich diese Behauptungen nicht unterstützen kann; mit normalem Gneisse hat kein einziges der mir bis jetzt vorgekommenen Contactproducte (auch nicht entfernte der »gneissähnliche« Hornfels des Bodethals) Aehnlichkeit.

Auf die bedeutendere Korngrösse der Hornfelse gegenüber

den Thonschiefern möchte ich kein besonders grosses Gewicht legen; betreffs der Dimensionen der körnigen Gemengtheile wissen wir einmal nicht, wie gross dieselben in dem Substrat der Metamorphose gewesen sind; wir sehen z. B. im »gehärteten« Thonschiefer diese noch unveränderten Körner z. th. ebenso gross schon wie im Hornfelse. Dass der charakteristische Glimmer des letzteren grössere Dimensionen besitzt als die glimmerigen Gemengtheile der Thonschiefer, ist ja klar ersichtlich; aber ich meine, wenn man auf die mit der Vollkommenheit der Contact-Metamorphose und also mit der Annäherung an das Eruptiv-Gestein zunehmende Korngrösse der Contact-Producte Gewicht legen wollte, man dann dieses Verhältniss als auch bis in's Einzelne giltig nachweisen müsste: bei Vergleichung der verschiedentlichen Hornfelse von Gunildrud, welche alle schon das normale Hornfels-Stadium besitzen, kann man aber nicht erkennen, dass wesentliche Verschiedenheiten betreffs der Dimensionen der Gemengtheile obwalten, resp. dieselben auf diese allerdings nur kurze Strecke hin zunehmen.

Die Reinheit unsrer Hornfelse, ihre Freiheit von Uebergemengtheilen habe ich schon betont; diesen Umstand rechne ich, wie angedeutet, z. th. der Armuth des Substrates an Kalk zu, z. th. den fehlenden Einwirkungen von Fumarolen oder Mineralquellen; nur betreffs eines in Hornfelsen sonst ebenso verbreiteten, hier aber auch vermissten Mineralen, des *Andalusites* (und einiger anderer ihm in den betr. Verhältnissen ähnlicher Mineralien, z. B. des Spinells), dürften diese Erklärungsversuche nicht genügen, und eben seinetwegen erlaube ich mir, diesen Punkt noch einmal zu berühren. Den Grund für dieses Fehlen vermag ich allerdings nicht anzugeben; Mangel an Thonerde dürfte es, in Vergleichung der oben mitgetheilten Thonschiefer- und Hornfels-Analysen mit solchen von Andalusit-Hornfelsen, nicht gewesen sein; vielleicht aber, es sei mir gestattet diese Vermuthung auszusprechen, ist es die Armuth der Thonschiefer an organischer Substanz*) gewesen, welche als paragenetisches Moment nicht zur Ausbildung von Andalusit verhalf.

Die Contact-Einwirkungen auf reine oder ziemlich reine *Kalksteine* sind, wie ich im Nachstehenden zeigen werde, im

*) Es ist zu bedauern, dass in dem normalen schwarzen Steiger-Schiefer (*Rosenbusch's* Analyse III) die organ. Substanz nicht bestimmt worden ist.

Christiania-Contact-Gebiete dieselben, wie sie von anderwärts bekannt sind.

Ein *unveränderter* obersilurischer Kalkstein, die liegendste Schicht auf Langö bei Holmestrand (das untersuchte Stück stammt aus 1,5 m Entfernung von einem »Trapp«-Gänge), ist von schwarzer Farbe, durchaus krystallinisch-, jedoch anisomer-körnig und ersichtlich von wesentlich organogener Bildung; meist durch eine anscheinend organische, bräunlichgraue Substanz, z. Th. auch durch Brauneisen intensiv getrübe Bruchstücke organischer Hartgebilde, deren Herkunft jetzt zu bestimmen sehr schwierig oder z. Th. unmöglich ist, werden durch ein spärliches, helles, ziemlich farbloses, körniges Kalkspathcement verkittet; bei ersteren ist die organische Structur meist ganz verwischt und beobachtet man auch bei ihnen anisomer-körnige Structur, wie bei dem Cement; doch selbst die grössten Körner haben selten mehr als 0,05 mm Durchmesser; Kalkspathkrystallformen erkennt man zuweilen sowohl an den Constituenten der Fragmente wie des Cements.

Wesentlich reinen Kalkstein-Bestand zeigen u. d. M. auch sogenannte »Cementkalk«-Knollen*) vom Tyveholm in Christiania;

*) Th. Kjerulf und seine Schüler wehren sich an versch. St. energisch gegen die Bezeichnung der Kalksteinknollen als »Concretionen«; diese Benennung ist von denjenigen Forschern, welche sie gebraucht haben, wohl zunächst nur deshalb angewandt worden, um die Annahme *secretionärer* Bildung (Hohlraumsausfüllung) zu verneinen. Fragt man sich aber, warum bei der Schieferbildung die sich abscheidenden, resp. abgelagernden Kalkkarbonattheilchen nicht auch, wie die Schieferpartikel, dem parallelfächlichen Structurtriebe folgten und zur Bildung ebener Schichtlagen beitrugen, so wird man gezwungen, besondere, getrennte Attractionspunkte (der wohl verbreitetsten Meinung nach: verwesende Organismenreste) für dieselben anzunehmen; zu diesen drängte und um diese schaaarte sich das Kalkkarbonat; die während dieses Vorgangs ungestört fortdauernde Ablagerung anderer Partikel in ebenflächigen Schichten konnte auch unter Umständen den sich bildenden Kalkknollen »Schichtmaterial« zuführen und erscheint es deshalb ganz selbstverständlich, dass die durch verschiedenartige Lagen besonders hervortretende geschichtete, ebene Parallelstructur auch in vielen Kalksteinknollen zur Erscheinung kommt. Sollte es trotzdem nun grundfalsch sein, dergleichen Kalksteinknollen den concretionären Bildungen zuzurechnen? — Oben beschriebene Knollen lassen dagegen von geschichteter ebener Parallelstructur keine Spur erkennen. — Dass die Cementkalk-Knollen oft wesentlich aus Kalkkarbonat bestehen, zeigten übrigens auch schon die in diesem Magazin IX. 264 veröffentlichten Analysen solcher, nämlich:

die Mikrostructur dieser aphanitischen, sogen. »dichten«^{*)} Massen erinnert im Wesentlichen an die eines normalen Wellenkalksteins (cf. Zeitschr. D. geol. Gesellsch. XXXIII, 1881, S. 249), d. h. sie ist vorwaltend feinkörnig, meist ziemlich isomer bei 0,005 bis 0,008 mm Korngrösse, doch variiren die von der Grösse der Gemengtheile bedingten Structurarten (anisomere etc.) in den einzelnen Gesteinspartieen; von organischen Formen finden sich noch allerdings ganz vereinzelt und undeutliche Reste und scheinen auch sonstige hin und wieder beobachtete grobkörnig (bis 0,05 mm Korngrösse) struirte Partieen organischen Ursprungs zu sein. Von sonstigen vereinzeltten Erscheinungen abgesehen ist nur noch zu erwähnen, dass nicht selten, und in manchen Gesteinspartieen sogar bis zu 10 Procent der Gesteinsmasse ausmachend, farblose Körnchen von nicht zu bestimmender Natur (wahrscheinlich meist Quarz) auftreten; dieselben sind wie die Kalkspathkörner auch von ganz regelloser Form und im Allgemeinen ziemlich denselben Grössenstufen, doch übertreffen sie in letzterer Beziehung oft die sie unmittelbar umgebenden Kalkspathkörnchen; von letzteren, die mit einem zwar ganz schwachen, doch immerhin wahrnehmbaren gelblichen Tone durchsichtig sind, unterscheiden sie sich durch ihre vollständige Farblosigkeit und Wasserhelle; auch reagiren sie auf pol. Licht nicht so stark chromatisch wie jene. Die etwas dickeren Partieen der Präparate machen den Eindruck, als ob zwischen die Kalkspathkörnchen eine trübe graue Substanz zwischengeklemmt wäre, von welcher jedoch in dünneren Schliffregionen Nichts zu erkennen ist.

Die Contact-Umwandlung reiner Kalksteine besteht bekanntlich in einer Umbildung zu *Marmor* und ist als eine Herausbildung möglichst *isomer-grobkörniger* Structur aus feinkörniger zu kennzeichnen; die eventuell vorhandenen Spuren organogener Abkunft gehen dabei verloren. Demnach darf man erwarten, dass je stärker

88,29 CaCO₃, 3,94 FeCO₃, 1,94 MgCO₃, 5.83 Ungelöst.

84,08 — 11,76 — 1,54 — 2.62 —

Thonreicher war dagegen die von *Kjerulf*. Silurb. No. 47 analysirte Niere (mit 25.74 SiO₂ und unlösl. Rückstand).

^{*)} Die fast ebenso häufig wie »krystallinisch« gemissbrauchte Structurbezeichnung »dicht«, welche wir in der Literatur, und zwar oft sogar von denselben Autoren, einmal als Synonym von »aphanitisch«, ein andermal aber von »compact« im Gegensatz zu cavernos und poros angewandt finden, vermeide ich gern eben dieser Zweideutigkeit wegen zu gebrauchen.

(intensiver oder andauernder) die Umwandlung, und also auch, je näher der Kalkstein dem umwandelnden Eruptivgesteine lagert, desto grobkörniger das Umwandlungsproduct ist. Es bietet sich also nur in der Structur ein Maassstab für den Grad der Contactwirkung, sowie zugleich ein Zeugniß dafür, dass das Endproduct wahrscheinlich eine Reihe von Zwischenstadien durchlaufen hat. Die eventuell vorhandenen accessorischen Silicate (»Contact-Mineralien«) entsprechen wohl ursprünglichen substantiellen »Verunreinigungen«, deren chemische Natur, und nicht der Grad der Contact-Wirkung, anscheinend allein bestimmend war für die entstehende Mineralspecies. — Obige Erwartung sieht man erfüllt durch die untersuchten nordischen Vorkommnisse.

Unter ihnen lagert am Entferntesten vom Prädacit der bereits von *Penck* l. c. p. 74 erwähnte Skapolith- (Dipyr-) führende Kalkstein vom Tonsen Aas, welcher auf das Prädicat Marmor, wie ihn *Penck* nennt, noch kein Recht hat. Er ist von hellgrauer Farbe, oft von Ocker überzogen, und ragen aus den Verwitterungsflächen die gleichfarbigen Skapolithe als kurze Stengel bei regelloser Stellung hervor. Wenn auch das Gestein nicht durchaus gleichkörnig ist (durchschnittliche Korngrösse 0,015 mm), so fällt doch weniger der Wechsel in der Korngrösse in die Augen als vielmehr derjenige in der Pigmentirung; nur ein geringerer Theil des Gesteins stellt nämlich ein reines Körnermosaik dar, der grösste Theil erscheint u. d. M. grau und mehr oder weniger trüb, z. Th. durch eine eigene Trübung oder Färbung der Körner, seltener durch erkennbare, trübende Einschlüsse derselben, z. Th. aber und sogar vorzüglich durch eine zwischengeklemmte Substanz; an Stelle letzterer findet man zuweilen auch ein lockeres Aggregat ziemlich opaker Körnchen. Die trüben Parteen sind dabei ganz regellos durch das Gesteinsgemenge vertheilt, in kleinsten, kleinen und grösseren, oft äusserlich verwaschenen Flecken, Schlieren etc.; von organischen Formen, denen sie wahrscheinlich ebenso wie einige sehr grobkörnige Parteen ursprünglich entsprechen, verrathen sie keine Spur mehr, auch über die Schichtung des Gesteins geben sie nur noch sehr spärliche, undeutliche und unsichere Aufschlüsse; die Schichtungsebene erscheint vielmehr sicherer angedeutet durch die Lage allerdings ganz vereinzelter langgezogener Magnetkies-Concretionen. Von den wenigen accessorischen Gemengtheilen fallen regellos begrenzte wasserhelle Durchschnitte, wahrscheinlich von Quarz, dadurch auf, dass sie gewöhnlich von einem Kranze gelb-

licher trüber Körnchen von geringerer Grösse, als wie die des umgebenden Gesteins besitzen, umschlossen sind; in diesen Kränzen nimmt die Trübung meist nach Aussen zu. Ziemlich quer zu der aus oben erwähnten Spuren bestimmten Lage der Schichtfläche verlaufen im Gestein eine Reihe feinsten Trümer, aber weder vollkommen geradlinig noch unter einander vollkommen parallel; z. Th. sind dieselben zu vielen vergesellschaftet in nur 0,05 bis 0,1 mm Abstand von einander, und zwar dann höchstens 0,02 mm breit und stellen sie sich in solchem Falle nur als eine durch Reinheit gegenüber dem Gesteinsgemenge sich auszeichnende Ader, resp. Kalkspath-Körnerreihe dar oder aber als ein dünner Streifen trüber Substanz; sind sie mächtiger, so sind sie auch weiter von einander entfernt, ihre Substanz ist dann meist complicirter und nicht näher bestimmbar. Diese auf stattgehabten starken Gebirgsdruck hinweisenden Trümer erscheinen als die nothwendigen Vorbedingungen einer Zellenkalkbildung, die wir an der Oberfläche dieser Kalksteinmassen finden und die bei einem »Marmor« doch eine ungewöhnliche Erscheinung sein dürfte*).

Näher am *Prädacit* lagert bei Gunildrud der von *Brögger* und *Penck* bereits beschriebene hellgrünlichgraue Granat-führende Marmor, welcher schon 0,15 mm Korngrösse erreicht. Dieses Gestein ist aber strenggenommen nicht mehr als *einfaches* zu bezeichnen, denn es enthält in ziemlich gleicher Menge wie Kalkspath Silicate, unter denen Granat und blassgrüner Aktinolith(?) ziemlich constant, andere aber nur local beschränkt auftreten; so konnte ich von *Brögger's* zweitem farblosen Minerale sowie seinem hellgrünlichen Vesuviane, desgleichen von *Penck's* Biotit nichts finden, dafür aber beobachtete ich local gehäuft eine diesen Forschern unbekannt gebliebene, dunkel russisch grüne, stark pleochroitische (ähnlich der braunen H. des *Prädacites*) Hornblende in ziemlich zahlreichen Körnern und kurzen Säulen, welche sich gegenüber den höchstens 0,05 mm grossen Aktinolith-Partikeln auch durch ihre Grösse (bis 0,1 mm gross) auszeichneten.

Noch näher dem Eruptivgesteine, d. h. nur wenige Schritte

*) Deshalb verwunderte es mich auch, dass Herr *Penck* derselben l. o. gar nicht gedacht hat, obwohl wir beide, als wir bei unserer gemeinsamen Excursion dieses bis dahin unbekannte Vorkommen antrafen, gerade durch diese Zellenkalkbildung und die Erscheinung, dass die Skapolithe organischen Gebilden ähnlich auf den Zellwänden aufsassen, resp. daraus hervorragten, aufmerksam gemacht wurden.

von ihm entfernt, lagern am Barnekjerne (unterhalb des Vettakollen) bei Christiania zwei von *Keilhau* in der Gæa Norvegica S. 71 eingehend beschriebene Marmorlager; ein Handstück von dort*) zeigt den Marmor dunkelgrau, grobkörnig und grobsplittrig. Das Gestein besteht fast ausschliesslich aus reinem Kalkspathe und ist die Masse der accessorischen Gemengtheile und noch mehr der mikroskopischen Interpositionen in jenem sehr gering. Die Kalkspathkörner sind ganz regellos begrenzt und dabei ungleich gross; ihre Grösse schwankt im Allgemeinen zwischen 0,1 und 1,0 mm, die meisten aber besitzen etwa 0,5 mm Dm.; sehr häufig kann man Blätterdurchgänge und lamellare (? Druck-)Viellingsbildung erkennen. Von sonstigen Gemengtheilen ist zunächst opake Substanz in meist regelloser Körnerform zu erwähnen, die sich auf vielen Fugen zwischen Calcitkörnern oder in deren Nähe findet; regelmässige Durchschnichtsformen, Rhomben und Sechsecke sind nur an äusserst wenigen grösseren (0,015 mm) derartigen Körnern beobachtet worden. Ausserdem finden sich regellos vertheilt und spärlich Körner verschiedener anderer, aber durchsichtiger Substanzen, von welchen nur ein fast farbloser Augit zu bestimmen gelang.

Die grösste Manichfaltigkeit des Bestandes darf man a priori bei den Umwandlungsproducten der *kalkreichen Thonschiefer* (Mergelschiefer etc.) erwarten, weil in diesen die Art und Weise der Mengung von Thonschiefersubstanz und Kalkkarbonat eine sehr verschiedene und wechselnde gewesen sein kann und die verschiedenen Intensitätsgrade der Metamorphose die Zahl der möglichen und von einander abweichenden Producte darnach noch vermehren mussten. Von diesen Erwartungen fand sich bei Untersuchung solcher Producte diejenige vom verhältnissmässig grossen oder schnellen Bestand-Wechsel innerhalb des Gesteines oft voll bestätigt, im Uebrigen aber lassen sich doch recht constante Verhältnisse und wesentliche Gemengtheile auch bei diesen Kalksilicat-hornfelsen oder kurz *Kalkhornfelsen* erkennen und bestimmen.

*) Soweit ich einen Ueberblick über die dortigen Verhältnisse gewinnen konnte, entspricht das Marmorlager, von welchem ich das Stück entnommen. *Keilhau's* Lager d. — Nach einer *Kjerulf's*chen Analyse, Chr. Silurbecken No. 42, besteht dieser Marmor aus 93,37 CaCO_3 , 0,39 MgCO_3 , 0,23 $(\text{Al, Fe})_2\text{O}_3$, 5,74 SiO_2 und unlösl. Rückstand, Summa 99,73; eine directe CO_2 -Bestimmung gab 41,59 %.

Von den normalen oder Glimmer-Hornfelsen sind die *Kalkhornfelse*, abgesehen von mikroskopischen Structur- und Bestands-Verhältnissen, makroskopisch leicht durch ihren *geringen Glanz*, von den Kalksteinen und deren Contactproducten mittels einfacher Säure-Reaction, durch das *Fehlen des Karbonates* (Kalkspathes) unter den wesentlichen Gemengtheilen zu unterscheiden.

In Rücksicht auf die grosse Reihe von Mineralien, welche *Brögger* aus solchen Kalkhornfelsen anführt, sind als *wesentliche*, allen untersuchten Kalkhornfelsen gemeinsame *Gemengtheile* anzugeben:

1) *Farblose doppelbrechende Körner* verschiedener und z. th. unbestimmbarer Mineralnatur, ähnlich denen in den anderen Hornfelsen und nicht allein möglicher, sondern wahrscheinlicher Weise auch zum grössten Theile von gleicher Art wie diese: nämlich dem *Quarz* und *Silicaten*, darunter auch *Feldspathen* zugehörig;

2) *Bisilicate*, hier vorzugsweise fast farblose *Hornblende* (Aktinolith).

Im Allgemeinen zeigen aber diese Hornfelse mit Hilfe zahlreicher, oft auch in reichlicher Menge auftretender Uebergemengtheile einen rasch wechselnden Mineralbestand und noch häufiger wechselt, durch Grösse und Form der Gemengtheile bedingt, die Structur. Isomerie (Gleichkörnigkeit) scheint ungemein selten zu sein, oft wechselt die Grösse der farblosen Körner in sehr weiten Grenzen. Diese unruhigen Structurverhältnisse bewirken einen gegenüber den normalen Hornfelsen gewissermassen unfertigen Eindruck der Kalkhornfelse; eine auf gleichzeitige Umbildung oder vielmehr Vollendung des Umbildungsprocesses (der Individuen ein und desselben Minerals) hinweisende Structur, wie wir sie bei jenen beobachteten, ist nur an wenigen Stellen zu erkennen; häufig findet man den einen der wesentlichen Gemengtheile vorzugsweise in Gestalt kleinerer Körner und eingeschlossen in den Individuen des andern, wobei einmal das Bisilicat als Wirth fungirt, an anderer Stelle aber die farblosen Körner, von denen einzelne einer krystallinisch gewordenen Basis ähnlich bis 0,1 mm Drehm. erreichen in Gesteinen von durchschnittlich nur 0,01–0,02 mm Korngrösse; *Brögger* meint wohl dieselbe Erscheinung, wenn er schildert: »Neigung aller Mineralien, eine globulitische Form anzunehmen«.

Mit der mineralogischen Umwandlung ist auch bei den Kalkhornfelsen wie bei den normalen eine Aenderung gewisser Eigen-

schaften (Härtung, Verlust des schiefrigen Bruches, Verminderung des »Glühverlustes« sowie des Wassers) Hand in Hand gegangen.

Die Umwandlung zu Kalkhornfels scheint verhältnissmässig bald stattgefunden zu haben, damit aber auch ein neutrales, weiterer Umwandlungen nicht oder sehr schwer fähiges Product entstanden zu sein. Ersteres ist daraus zu schliessen, dass das dem früher (Seite 305) erwähnten »gehärteten Thonschiefer« innig verbundene *lichte Gestein* sich als in eben angegebener Weise charakterisirter Kalkhornfels darstellt*); während wir aber bei den aus Thonschiefern hervorgegangnen Umwandlungsproducten eine Umwandlungs-Steigerung durch gehärteten Schiefer zu Glimmer-Hornfels kennen lernten, konnte bei den Kalkhornfelsen aus grösserer oder geringerer Contactnähe und aus im Eruptivgesteine eingeschlossenen Fragmenten keine Gradation nachgewiesen werden.

Jenes Gestein, auf welches die von *Kjerulf* ausgeführte, in der Tabelle unter No. XII angegebene Analyse Bezug haben dürfte, ist durchaus krystallinisch, massig; u. d. M. zeigt es bei geringerer Vergrösserung oder auch in nicht äusserst dünnen Schliften ein von grauer trüber Substanz dicht durchflochtenes (marmorirtes), ganz oder fast farbloses, körniges Gesteinsgemenge. Bei Anwendung stärkerer Vergrösserung erkennt man, wie das Gestein zu etwa zwei Drittheilen aus regellos geformten farblosen Körnern verschiedener Grösse, meist aber von 0,04—0,05 mm Durchmesser, seltener darüber, öfter aber darunter, besteht (an den dünnsten Stellen des Präparates sieht man nicht selten diese Körner in ganz derselben Weise aneinanderschliessen, wie dies aus den Hornfelsen angegeben ist), daneben aus fast farbloser Hornblende, welche stellenweise grobstruirte Aggregate, meist aber ganz kleine Stengel oder Körner bildet und dann als Lückenbüsser zwischen jenen farblosen Körnern, oft sogar in ziemlich kryptomeren Aggregaten auftritt; ihre Menge wechselt in den einzelnen Gesteinspartieen sehr. Mehr oder weniger trübe, Epidot-ähnliche rundliche Körner oder Körner-Aggregate, z. Th. auch kurze Säulen finden sich fast durchweg, aber nur untergeordnet. Farbloser

*) Diese Thatsache hat bekanntlich ihre Parallele auch im Contactgebiete des Harzes: nach *Lossen's* Mittheilung sind die kalkhaltigen Glieder der Wieder Schiefer selbst in solchen Entfernungen von der vom Granit ausgehenden metamorphosirenden Kraft ergriffen und in Silicate umgesetzt worden, bei der die eigentlichen Thonschiefer noch ziemlich oder vollkommen unverändert erscheinen (*Rosenbusch's* Steiger Schiefer S. 248).

Kali(?)-Glimmer in grossen Lappen, sowie opake (Erz?-)Körnchen wurden nur stellenweise beobachtet.

Von Gunildrud kamen zwei Kalkhornfelse zur Untersuchung; zunächst der Petrefacten-führende, veränderte Expansusschiefer, den *Brögger* a. a. O. S. 358, *Penck* als Schicht VI auf S. 69 schon beschrieben haben und der sich durch verschiedene, theils dunkelblaue, theils graue, theils hellviolette Färbung auszeichnet; sein Glanz ist matt, die Schieferung angedeutet; die Härte variirt in verschiedenen Schichten und ist meist gleich der des Feldspathes; vor dem Löthrohre bleiben manche Splitter unverändert, manche bleichen aus und die meisten geben, mehr oder weniger schwer schmelzbar, eine helle Schmelze; bei Behandlung mit Säure findet kein Brausen statt. — Zwischen den der Masse nach bedeutend vorwaltenden dunklen blauen und den hellen violetten Gesteinspartieen ist eigentlich nur der Hauptunterschied, dass erstere reich an opaken Partikelchen (Erz und kohlige Substanz?) sind, die letzteren derselben aber fast ganz entbehren; denn obwohl im Gestein die Schicht(Lagen)-Structur schon durch den Wechsel in der Korngrösse sehr schön ausgesprochen ist, setzen doch die dunklen und hellen Schichtschlieren meist nicht scharf von einander ab, sondern findet Vermittlung statt. Die vorwaltenden Gemengtheile, abgesehen eben vom opaken Pigmente sowie von nur local in ansehnlicheren Mengen auftretenden Mineralien, erscheinen beiden Schichtmassen gemeinsam; auch die metamorphosirten Organismenresten entsprechenden grobkörnigen Mineralaggregate sind nicht einzig auf die dunklen Schichtschlieren beschränkt, sondern grenzen auch zuweilen an die hellen; in letzteren beobachtet man ausserdem hin und wieder schichtähnliche Aneinanderreihung kurzer Malakolith(?) - und Aktinolith(?) - Stengel. Selbst die Gegenwart farbloser, isotroper Substanz (Basis), welche als spärlicher Kitt in einigen hellen Schichtschlieren zu fungiren scheint, dürfte nicht als wesentlicher Scheidungsgrund beider Gemenge Anerkennung finden. Die Abwesenheit von braunem Magnesiaglimmer auch in den dunklen Schichtschlieren veranlasst dieselben den normalen Hornfelsen nicht zuzuzählen, d. h. den aus echten Thonschiefern hervorgegangenen, sondern mit sammt den hellen violetten Schichtschlieren den Kalkhornfelsen. Daraus ist zu ersehen, dass *Kalkhornfelse auch dunkle Färbung besitzen können und die allerdings gewöhnlichere lichte Färbung nicht wesentlich ist.*

Für die nachstehend angeführte chemische Analyse No. XIII wurde aber das Material möglichst rein den *hellen* violetten Schichtschlieren entnommen.

1.1534 angew. Substanz lieferten 0.6625 g SiO_2 ; 0.0131 TiO_2 ; 0.0014 X; 0.0308 Gesamt-Eisen [als Fe_2O_3 gewogen = 2.67 %]; 0.2022 Al_2O_3 ; 0.0982 CaO mit SrO-Spuren u. 0.0472 $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ = 0.0170 MgO.

Alkalien. 1.1306 g Gestein gaben 0.5000 PtCl_5K_2 = 0.1525 KCl = 0.0963 K_2O und 0.0456 Na_2SO_4 = 0.0199 Na_2O (Spuren von Lithion enthaltend).

FeO-Bestimmung. 0.6627 g, mit Flusssäure u. Schwefelsäure im CO_2 -Strome gelöst, verlangten 2 Cc. Kaliumpermanganatlösung (0.005977 Fe pro Cc.) zur Titration, entsprechend 0.011954 Fe = 0.015369 FeO = 0.017077 Fe_2O_3 = 2.32 % FeO — Aus der Bestimmung des FeO ist ersichtlich, dass alles in dem Gestein vorhandene Eisen als Oxydul da sein wird.

Magnetkies-Bestimmung. 0.6803 g feines Pulver ergaben nach Behandlung mit rauchender Salpetersäure und Salzsäure 0.0140 BaSO_4 = 0.00192 S [0.28 %] = 0.00528 FeS = 0.77 % FeS. — Auf Grund dieser Bestimmung sind von den gefundenen 0.0308 g Gesamt-eisen 0.00813 g in Abzug zu bringen [0.00528 FeS = 0.00336 Fe; 0.6803 g : 0.00336 Fe = 1.1534 g : x = 0.00569 Fe = 0.00813 Fe_2O_3], wonach 0.02267 g Fe_2O_3 verbleiben = 0.020403 FeO = 1.76 %.

Directe Wasser-Bestimmung. 0.9878 g gaben 0.0104 g H_2O = 1.05 %.

Glühverlust. 1) 0.5358 g verloren durch Glühen 0.0070 g = 1.30 %; 2) 1.0410 g verloren 0.0136 g = 1.30 %.

Chlor u. Phosphorsäure waren nur spurenweise vorhanden.

Spec. Gew. 2.7370 g verdrängten im Pyknometer bei 13° C. 0.9986 g, woraus sich das Spec. Gew. 2.741 berechnet.

Die procentische Zusammenstellung der Analysen-Resultate ist schon in der früher gegebenen Tabelle aufgeführt; unter ihnen ist wohl das auffälligste der ungewöhnlich hohe Kaligehalt, welcher, da Kaliglimmer unter den wesentlichen Gemengtheilen vermisst wird, zu der Annahme berechtigt und sogar nöthigt, dass unter den farblosen körnigen Gemengtheilen ein kalireicher (Orthoklas) in beträchtlicher Masse zugegen ist; da nun, wie schon ausgesprochen wurde und gleich belegt werden soll, die Natur dieser Gemengtheile in allen Hornfelsen wahrscheinlich im Allgemeinen die gleiche ist, so bietet sich hier der schon benutzte Rückschluss auf die betreffenden Constituenten der Glimmerhornfelse.

Ein anderer Kalkhornfels von dort war hell, schmutzig weiss, porzellanähnlich, von grobsplittrigem Bruche ohne erkennbare Schieferung, sonst aber ähnlichem Verhalten wie vorbeschriebener; er dürfte *Penck's* Schicht No. IV entsprechen. In ähnlicher

Weise wie der zuerst (S. 337) beschriebene Kalkhornfels mit »gehärtetem« dunklem Schiefer ist dieser mit dunklem *Glimmerhornfelse innig verwachsen*; nur ist die (makroskopische) Grenze zwischen lichtem und dunklem Hornfelse nicht geradlinig, resp. eben, sondern wellig; auch erkennt man auf dem Querschnitte innerhalb des letzteren lichtere Schlieren wie hellere Wolken auf dunklem Grunde. In Schliffen von an solchen Wolken reichem dunklem Hornfelse findet man dementsprechend u. d. M. zweierlei in Schichtschlieren vielfach wechselnde Gesteinsgemenge, welche aber nicht scharf von einander gesondert sind. Beide sind ungemein ungleichkörnig. Die farblosen körnigen Gemengtheile, deren Natur auch hier nicht zu bestimmen ist, aber in beiden Gemengen die gleiche scheint, treten in allen Grössenstufen bis hinab zu 0,002 mm Drchm. auf; in dem dunklen Glimmerhornfels-Gemenge erreichen sie selten bis 0,04 mm Drchm.; die kleineren derselben besitzen zuweilen Formen, welche an klastische erinnern, und zwischen ihren Aggregaten scheint stellenweise eine isotrope Basis zwischengeklemmt zu sein; in dem lichterem Kalkhornfelsgemenge dagegen erreichen sie oft grössere Dimensionen, zuweilen sogar bis 0,2 mm Drchm.; sie sind hier nicht selten auch reicher an Einschlüssen und enthalten von solchen ausser Hornblende-Körnern und -Lappen auch Gasporon und rundliche Partikelchen mit dunkler, auscheinend stabiler Libelle. Hier ist neben den farblosen Körnern schwach grünliche bis farblose Hornblende (Aktinolith) Hauptgemengtheil; dieselbe tritt in ganz regellos gestalteten Körnern, Stengeln und Lappen (Nadeln sind dagegen, auch als Interpositionen in andern Körpern, sehr selten) auf; brauner Magnesiaglimmer ist hier nur spärlich vorhanden; letzterer waltet dagegen in dem dunklen, im Allgemeinen feinerkörnigen Gesteinsgemenge vor der Hornblende; beide, Glimmer wie Hornblende, treten ausser in gröberen Krystalloiden hier so feinlappig durch das Gesteinsgemenge vertheilt auf, dass selbst bei Beobachtung dünnster Schliffpräparate die meisten Lappen nicht gleichzeitig zur Einstellung gelangen können und die nur durchschimmernden dem farblosen Gesteinsgrunde einen gewässerten Eindruck aufprägen. In beiderlei Gemengen findet man ferner ziemlich reichlich, aber ungleichmässig vertheilt, opake Partikel und deren Concretionen, anscheinend grösstentheils von Magnetkies, z. th. wohl auch von Schwefelkies; dieselben sind zuweilen von Hornblende umwachsen; — dann spärlicher rundliche Körnchen und ziemlich regellos begrenzte,

aber abgerundete kurze Säulen (bis 0,04 mm lang) oder Keile eines stark lichtbrechenden, rissigen und z. th. trüben, fast farblosen, aber von gelblich grün (parallel der Länge) nach röthlich pleochroitischen Minerals; zw. + Nic. zeigen sie sehr lebhaft Farben und macht mir diese Erscheinung trotz aller sonstigen Aehnlichkeit die von *Brögger* und *Penck* gegebene Deutung als Titanit nicht unbedenklich. — In dem hellen Kalkhornfelsgemenge wurden von Hornblende viele rhombische Querschnitte beobachtet, aber auch manche Stengel mit einer für Hornblende ungewöhnlich grossen Auslöschungsschiefe; darnach liegt die Möglichkeit der Anwesenheit eines der Hornblende im Uebrigen ganz ähnlichen Augites neben jener vor. — Vorstehende Beschreibung innig verknüpfter Kalk- und Glimmer-Hornfelsgemenge soll die oben ausgesprochene Vermuthung stützen, dass die *farblosen, doppelbrechenden Körner in beiden* zum grössten Theil *von derselben Mineralnatur sein können*.

Zum Kalkhornfels gehörig erwiesen sich nach mikroskopischer Prüfung auch Bruchstücke silurischer Gesteine, die sich im Trum No. 7 vom Tonsen Aas eingeschlossen fanden. Diese, auch von *Penck* S. 74 erwähnten Fragmente sind licht grünlichgrau, ohne erkennbare Schieferung, in groben Splintern spaltend, und während sie in Härte und Verhalten gegen Säuren vorbeschriebenen Gesteinen entsprechen, weichen sie betreffs des Löthrohr-Verhaltens ab: Splitter davon verändern in der Oxyd.-Fl. die Farbe, werden z. Th. dunkler, z. Th. heller, und sind nicht schmelzbar. Ihr wesentlicher Bestand bietet nichts besonders Erwähnenswerthes: die Structur ist etwas anisomer körnig, die blassgrünlichen Hornblende-Körnchen von durchschnittlich 0,008—0,01 mm Drehm. bilden mehr als die Hälfte des Gesteins, die farblosen, meist etwas grösseren Körner sind betreffs Mineralnatur nicht definirbar, aber sicherlich verschiedener Art; einige grössere (0,03 mm) stark zerklüftete, etwas trübe bräunliche Körner entsprechen vielleicht dem Titanit oder dem Zirkon oder beiden; von braunem Glimmer finden sich nur sehr vereinzelte Blättchen. Interessanter ist das Grenzverhältniss zwischen dem Hornfels und Prädacit, auf welches man schon durch die makroskopisch auffällige, feine schwarze Umränderung der Fragmente aufmerksam gemacht wird. Die Grenze ist auch u. d. M. betrachtet verhältnissmässig scharf, wenigstens ist an der Mehrzahl der Stellen wohl zu bestimmen, welcher Gemengtheil dem Prädacit, welcher dem

Hornfelse angehört; des ersteren Gesteinsgemenge ist, wie S. 65 dargestellt, gröber körnig bis auf eine, meist noch nicht 0,1 mm Dicke erreichende *feinkörnige Grenzschicht* (von 0,02—0,05 mm durchschnittl. Korngr.); der makroskop. beobachtete *dunkle Rand* wird durch eine Häufung, aber nicht stetige Reihung meist grober, weniger kleiner *dunkler* Hornblende-Krystalloide gebildet, welche sicherlich dem Prädacite angehören und deren Herausbildung aus dem Hornfels-Fragmente, welche *Penck* behauptet, sehr unwahrscheinlich oder mindestens sehr zweifelhaft ist, nämlich schon deshalb, weil die beobachteten Hornblende-Stengel nicht etwa aus dem Fragmente herausspriessen und ganz oder nahezu senkrecht der Grenze aufsitzen, sondern gewöhnlich längs der Grenze, d. h. mit ihrer Längsrichtung derselben parallel lagern und dabei meist noch durch farblose Körnchen von derselben getrennt sind. Dagegen ist sehr wohl möglich und sogar wahrscheinlich, dass das farblose Gemenge der *feinkörnigen* Grenzzone, zumal in seinen feinstkörnigen Partieen, Substanz aus den Fragmenten aufgenommen hat, dass dieses Gemenge also Substanz aus beiderlei Gesteinen enthält; die farblosen Constituenten desselben lassen sich allerdings selten sicher bestimmen (als Quarze), neben ihnen finden sich aber auch *fast farblose Hornblende-Körnchen* des Hornfelses, hier zu mehreren geschaart, dort nur vereinzelt oder gar nur als rundliche kleine Mineral-Interpositionen (als »Schmelzkerne«); auch sind die dunklen Hornblende-Krystalloide des Prädacites, welche in dieser Grenzzone lagern oder in dieselbe hineinragen, letztere nur in soweit sie dies thun, meist ganz durchspickt von wahrscheinlich aus dem Hornfels stammenden Körnern, z. Th. wasserhellen, z. Th. grünlichen (Aktinolith).

Noch erübrigt, die *Contacterscheinungen* zwischen dem Prädacit und einem anderen, *massigen, wahrscheinlich auch protogenen und eruptiven Gesteine* zu betrachten und zu schildern, welche man am Barnekjern*) bei Christiania zu beobachten Gelegenheit hat.

*) Die geologischen Verhältnisse daselbst hat *Keilhau* in seiner *Gaea Norvegica* S. 71 beschrieben und auch in einem Grundriss Pl. III, Fig. 11 dargestellt; aus dieser Quelle ist zu ersehen, wie interessant jene sind, nicht nur wegen der Contacte von »Granit sive Syenit«, sondern auch wegen der relativen Menge verschiedenartiger Gesteine auf geringem Raume; für *Keilhau* aber war dieser Punkt aus noch besonderem Grunde von grosser Wichtigkeit, da seiner Ansicht nach daselbst Thonschiefer-

Daselbst erscheint nämlich der lichte Prädacit, wie oben bei No. 10 angegeben, mit einem liegenden dunklen aphanitischen Gesteine auf das Innigste verwachsen, so dass man leicht Handstücke schlagen kann, in deren Mitte die Grenze beider Gesteine verläuft; letztere ist zwar nach makroskopischer Betrachtung leidlich scharf, doch erkennt man auch da schon stellenweise die innige Verbindung beider Gesteinsgemenge, indem auf zuweilen grössere Erstreckung hin die bis 4 mm breite Grenzzone des aphanitischen Gesteins mit heller Prädacitmasse gemengt erscheint, sowie auch hellere, aber vereinzelt, Trümer von Prädacit (cfr. No. 11) sich noch weiter in das dunkle Gestein hineinerstrecken. Die Grenzlinie hat dabei im Grossen zwar ziemlich geradlinigen, im Kleinen aber ganz regellosen, meist wellig gebogenen Verlauf.

Das liegende Gestein ist schwarz, verwittert schmutzig hellgrünlich-grau bis rothbraun (durch Brauneisen), grobsplittrig, massig, ohne Spur von Schieferung; im frischen Bruche, resp. Schnitte funkeln hie und da Glimmerblättchen hervor. U. d. M.

masse sowohl Schichten als auch ächte Gänge, als »Hornstein« oder »Hornsteinporphyr« bilde. — Bei meinem Besuche dieser Stätte konnte ich leider nur Weniges von dem erkennen, was *Keilhau* bei jedenfalls günstigeren Aufschlüssen und Umständen gesehen haben will, denn daselbst ist in früheren Zeiten viel Gestein ausgeschachtet worden, dessen Halden und Trümmerhaufen die Nachbargesteine verdeckten: dazu kam eine üppige Moosdecke und ein dichter verwilderter Waldbestand: mit jedem Schritte an diesem abgelegenen Orte lief man Gefahr in eine Ausschachtung oder ein Schürfloch zu stürzen und nur an sehr wenigen Stellen bot sich anstehendes Gestein der Untersuchung. Deshalb wage ich kein allgemeines Urtheil über die Richtigkeit des von *K.* gegebenen Bildes; im Speciellen konnte ich erkennen, dass der »Granit« über die Gesteine der Contact-Zone übergreife und das Hangende derselben bilde. Was die Meinung *Keilhau's* von den beiden verschiedenen Rollen des Thonschiefers betrifft, so bietet sich im Obigen schon eine Erklärung für die betr. Erscheinung, indem eben eines der von ihm für Thonschiefer resp. »harter Schiefer« gedeuteten Gesteine in Wahrheit ein massiges, wahrscheinlich eruptives Gestein ist, das möglicher Weise einen Lagergang bildet; im Liegenden desselben findet sich jedoch wirklicher, dunkler, relativ grobkörniger Hornfels, sowie weiterhin Marmor. Auf die Frage, ob die Masse der Quergänge, die »Hornsteine und Hornsteinporphyre« (abgesehen von dem schon durch *Kjerulf*, l. c. No. 16 u. 20, von denselben ausgesonderten Melaphyre, welcher auf *Keilhau's* Gang *k* beschränkt zu sein scheint) mit diesem quasi Lagergange identisch sei, mit ihm zu einem einzigen Gesteine gehöre, werde ich weiterhin zurückkommen.

erweist es sich durchaus krystallinisch, massig, compact, aber die Gemengtheile sind fast stets ganz regellos begrenzt, ungleich gross (anisomer) und innigst aber ungleichmässig durch einander gemengt, resp. an-, in- und durcheinander verwachsen. Die Anisomerie lässt oft eine undeutlich porphyrartige Structur resultiren und die ungleichmässige Mengung der Bestandtheile macht die Bestimmung des Gesteins sehr schwierig. Unter Berücksichtigung aller Verhältnisse ist auch seine Zurechnung zum *Prädacit*-Typus die natürlichste*); während aber das vorbetrachtete Hauptgestein dem Granite schon seiner Structur zufolge nahe steht, ist dieser ältere und anscheinend nur in wenig mächtigen Massen auftretende Prädacit mehr dem Diorite verwandt, so dass es gestattet erscheint, zur Unterscheidung beider die Bezeichnungen »granitischer« und »dioritischer« Prädacit anzuwenden.

Zu den Schwierigkeiten, welche der Gesteinsbestimmung und der Ermittlung eventueller Contacteinfüsse schon aus der ungleichmässigen Mengung der Bestandtheile erwachsen, kommen hier noch die aus dem Erhaltungszustande ausfliessenden und ist der Lohn der auf die Untersuchung verwandten Mühe leider kein unanfechtbares Resultat.

In Folge der ungleichmässigen Mengung der Bestandtheile walten in den einen Partien des Gesteins die farbigen Gemengtheile vor, in den anderen, welche die jene verbindende Hauptmasse darstellen, die farblosen, aber ohne dass sich in der Anordnung jener eine Gesetzmässigkeit erkennen lässt; auch grenzen beiderlei Gesteinsgemenge keineswegs schroff gegen einander ab.

In »frischem« Zustande besteht das Gestein aus Feldspathen, Hornblende, braunem Magnesiaglimmer, Quarz, opakem Erz und einem ganz spärlich und vereinzelt auftretenden stark lichtbrechenden und ziemlich farblosen, gelblichen körnigen Minerale unbestimmbarer Natur; ob auch körniger Augit als untergeordneter

*) Falls der von *Th. Kjerulf* l. c. No. 10, S. 13, angegebne chemische Bestand eines »feinkörnigen grünen« Gesteins (»wahrscheinlicher Diabas als Syenit«) von diesem Fundorte, nämlich: 59,93 SiO_2 , 16,07 Al_2O_3 , 8,76 FeO , 4,56 CaO , 2,08 MgO , 2,82 K_2O , 3,02 Na_2O , 0,67 Glühverlust: Summa 97,91 auf dieses Gestein bezogen werden darf, so würde die Kieselsäuremenge, welche auf einen Quarzgehalt hinweist, und das Alkalien-Verhältniss, welches gegenüber 16,68 Orthoklas schon allein 25,58 Albitsubstanz, abgesehen von etwaiger Anorthitsubstanz, ergibt, auch für Prädacit sprechen.

Gemengtheil auftrete, ist zweifelhaft. Die Masse der farbigen Gemengtheile erreicht annähernd diejenige der farblosen. Wie schon erwähnt, bilden jene vorzugsweise concretionäre Anhäufungen; in diesen herrscht entweder Hornblende, resp. deren Umsetzungsproduct, oder Glimmer vor, zuweilen aber sind auch beide in ziemlich gleicher Menge vorhanden; ausser diesen finden sich da opake Erzconcretionen sowie untergeordnet die farblosen Gemengtheile. Die lichtgrüne Hornblende (parallel zu c bläulichgrüne) tritt daselbst in bis 1 mm grossen, immer fasrigen, regellos begrenzten Säulen und Stengeln auf, in ebenso grossen Flatschen der braune Glimmer; die Erzconcretionen erreichen auch bis 0,2 mm Durchmesser.

In der an farblosen Gemengtheilen reicheren *Gesteinshauptmasse* dagegen, welche dem »granitischen« Prädacite gegenüber jedoch immer noch mit farbigen Gemengtheilen überladen erscheint, ist die Anzahl der bis zu solchen Dimensionen gewachsenen Individuen eine viel geringere, hier walten an Zahl die geringeren Grössenstufen mehr vor — welche allerdings in jenen concretionären Partien auch nicht fehlen — und die grösseren Individuen erscheinen deshalb oft als porphyrische Einsprenglinge; auch führen letztere hier zahlreichere, kleinere Körner der übrigen Gemengtheile als Einschlüsse, sind oft wie dicht durchschossen von ihnen, während man dort einzelne ganz oder wenigstens auf grössere Erstreckung hin homogene grössere Hornblende- und Glimmer-Individuen findet. Als porphyrische Einsprenglinge fallen hier (in der Gesteinshauptmasse) besonders Feldspathe auf, welche bis über 1 mm Grösse erreichen und bei zwar deutlicher Tafel- oder Säulenform doch durchaus nicht geradlinig oder gesetzmässig begrenzt sind; auch die innerlichen Spalten und Risse verlaufen meist nicht geradlinig, so dass eine optische Orientirung ausgeschlossen ist; jedoch dürften sie wegen des fein-lamellaren Viellingsbaues, welchen die meisten Säulen, wenn auch gewöhnlich nur stellenweise zeigen, dem Plagioklas zuzurechnen sein; die fast stets zugleich zu constatirende Erscheinung, dass die Lamellen ungleich breit und in drei verschiedenen Stellungen zu den Nicol-Diagonalen auslöschen, spricht aber ferner für die Verwachsung verschiedener Feldspathsubstanzen oder verschieden orientirter Lamellen gleicher Natur. Diese Feldspatheinsprenglinge erinnern in jeder Beziehung lebhaft an diejenigen des von demselben Orte beschriebenen Prädacitganges (No. 12); sie besitzen auch fleckenweis eine hier äusserst

feine bräunliche Bestäubung und ist auch hier Chlorit, und zwar sehr reichlich, auf allen Spalten und Rissen abgelagert; ein Theil des letzteren ist aber ersichtlich an Ort und Stelle hervorgegangen aus anscheinend primären Einschlüssen von Hornblende. — Die wasserhellen, körnigen Gemengtheile der »Grundmasse« dagegen, unter deren kleineren Constituenten man nicht selten schöne (gegen 0,02 mm lange) kurze Säulen findet, lassen nur sehr selten lamellare Viellingsstructur erkennen, obwohl auch unter ihren Feldspathkörnern viele, welche zw. + N. einheitlich auslöschen, dem Plagioklas angehören dürften. Da diese Feldspathe auch wesentlich wasserklar sind, so ist der Quarz nur sehr schwer und unsicher von ihnen zu unterscheiden; er bildet anscheinend stellenweise die Matrix oder zuletzt erstarrte krystallinische Mutterlauge, in welcher andere Gemengtheile eingebettet liegen und die auf grössere Erstreckung hin einheitliche optische Eigenschaften besitzt; auch finden sich in ihm anscheinend spärlicher als in den Feldspathen eine Art primärer Interpositionen, die, wenn auch nie in grosser Menge auftretend, doch selten in einem Feldspathkorne ganz fehlen: grünliche, bis 0,002 mm breite und 0,025 mm lange, auf pol. Licht nicht (erkennbar) reagirende Säulchen unbestimmbarer Natur; dieselben, welche ganz gesetzlos geordnet erscheinen, kann man am Ehesten als Hornblende-Longulite bezeichnen; solche Longulite, wenn auch in ersichtlich geringerer Anzahl enthält wie angegeben auch der Quarz, daneben hin und wieder auch einen ganz kleinen Flüssigkeitseinschluss und ist seine primäre Natur damit bezeugt, — die Quarze des »granitischen« Prädacites unterscheiden sich von ihm durch ihren relativen Reichthum an Flüssigkeits-Einschlüssen und den Mangel der Longulite; — doch ist Quarz derjenige Gesteinsgemengtheil, der jedenfalls am Ungleichmässigsten durch das Gestein verbreitet ist. — In den oben erwähnten Hornblende- und Glimmerconcretionen sind aber die eingestreuten farblosen wasserklaren Gemengtheile frei von jeder Interposition, erscheinen ganz Quarz-ähnlich, und beweist nur der hin und wieder erkennbare lamellare Viellingsbau, dass auch hier Feldspathe mit auftreten. — Das opake Erz ist, abgesehen von den Concretionen, in Körnchen von 0,002—0,01 mm Drchm. ziemlich gleichmässig durch das Gestein verbreitet und erinnert sein spärliches Verwitterungsproduct oft an dasjenige von Titaneisen.

Zweifellose Producte der einfachen und combinirten *Verwitterung* lassen Hornblende sowie die Feldspath-Einsprenglinge

erkennen. In frischem Zustande findet man die Hornblende sogar nur sehr selten im Gesteine, fast durchweg ist Chlorit und Epidot an ihre Stelle getreten; anstatt der Hornblendesäulen trifft man parallel- oder angenähert parallel-blättrige Chloritaggregate, zwischen deren Blattfugen sich feinstkörnige trübe, gelbliche Epidot-Aggregate drängen; letztere bemerkt man ausserdem auch gewöhnlich an den Rändern oder im Innern der anderen Chloritmassen. Die Färbung des Chlorit hat einen gelberen Ton als wie die der Hornblende; seine lichtmaigrünen, vielfach durchwachsenen Blattflächen bleiben zwischen \pm Nic. in allen Lagen dunkel; in der Seitenansicht löschen sie bei Parallelstellung zu einer Nicoldiagonale aus und besitzen Pleochroismus von hellgelblich grün nach hellbräunlich gelb, welch letzteren Farbenton sie ganz genau mit den ihnen unter Umständen verwachsenen Glimmerblättern gemeinsam haben. Diese Umsetzungsproducte der Hornblende sind auch durch das übrige Gesteinsgemenge, insbesondere das Feldspathreiche verbreitet, theils als secundäre Einlagerungen, zumal auf Spalten und Rissen in den Feldspathen, theils aber wohl in loco entstanden aus Hornblende-Mikro'ithen, resp. Hornblendefasern, welche gegenüber den ähnlichen Chloritformen starrer erscheinen. Manche der von Chlorit umsäumten und durchaderten Körner erscheinen jedoch ziemlich farblos, gelblich, auf pol. Licht anscheinend nicht mehr reagirend; sie könnten möglicher Weise Reste von Augit-Körnern darstellen. — Bei den Feldspathen beschränken sich die zweifellosen Verwitterungserscheinungen vorzugsweise auf die porphyrischen Einsprenglinge, in welchen man Flecken und Wolkenzüge feinblättrigen, fast farblosen Glimmers von etwas grünlichem Tone findet, die im zerstreuten Lichte wie gewässert aussehen und zw. \pm N. wirrblättrige Aggregatpolarisation aufweisen; diese auch vereinzelt weit verbreiteten Blättchen sind im zerstreuten Lichte schwer erkennbar, zw. \pm Nic. löschen sie bei Parallelstellung zu einer Nicoldiagonale aus.

Von einer weiteren Umsetzungserscheinung, welche gleich ganze Gesteinspartieen befallen, ist es nun zweifelhaft, ob dieselbe der Verwitterung oder der Contact-Metamorphose zuzurechnen ist: sie besteht wesentlich in einer *Trübung*, die ersichtlich an Intensität gegen die »Granit-Grenze« oder gegen »Granit-Trümer« hin zunimmt und in diesen Grenz-Gegenden, soweit nicht Partieen von weiter unten beschriebenen Bestände daselbst auftreten, herrscht. In Rücksicht dieses Umstandes darf man sie wohl trotz ihrer

Aehnlichkeit mit Verwitterungs-Ausflüssen als Contacterscheinung auffassen, um so mehr als sie auch das Mittelglied zu der noch zu schildernden Umwandlungs-Erscheinung bildet. Von der Trübung werden vorzugsweise die Feldspathe, in minderm Grade auch die Chlorite befallen und stellen sich die Feldspathe als mehr oder weniger erfüllt von ganz kleinen trüben Flasern oder Pünktchen dar, neben denen sich aber die anderen Interpositionen meist auch noch erkennen lassen; ja selbst der Quarz, welcher in solchen getrübten Parteen deutlicher hervortritt, erscheint stellenweise von dieser Trübung etwas angesteckt.

In den vom *Contact* ersichtlich *am Meisten beeinflussten Parteen* sind nun die *Feldspathe* am Intensivsten *getrübt*, zwischen ihnen vermisst man aber die bisher bekannten farbigen Gemengtheile: dafür findet sich jedoch *Hornblende* von einem etwas dunkler blaugrünen Tone als die ursprünglich im Gestein vorhandene, sowie daneben reichlich *Titanit*; beide Mineralien aber treten im eigentlichen Gesteinsgemenge meist nur in kümmerlichen Individuen auf, in viel grösseren haben sie sich zusammen mit Erzconcretionen auf Trümmern und in wohl an Stelle von Chlorit-Aggregaten getretenen Haufwerken ausgesondert, welche Weise des Vorkommens entschieden für die vollständige *Neubildung* dieser regellos gestalteten, fasrigen Hornblende-Krystalloide spricht. Da der Titanit am Reichlichsten und in den grössten, fleischfarbig durchsichtigen, aber etwas trüben und zuweilen auch von anderen Gemengtheilen durchwachsenen, keilförmigen Körnern und (bis 1 mm grossen) Aggregaten nur in diesen Contact-Parteen und den von ihnen beeinflussten Trümmern auftritt, nur verkrüppelt und ganz vereinzelt in den einfach getrübten Parteen, so erscheint auch für ihn die Annahme gerechtfertigt, dass er nur Contactgebilde sei.

Wenn im Vorstehenden verschiedene Umwandlungsstadien auseinandergehalten wurden, so ist doch zu bemerken, dass wir diese Stadien im Gesteine *nicht so streng geordnet* und geschieden finden, dass sich eine Art zonarer Structur darstelle. Daran mag einerseits der Umstand schuld sein, dass der »Granit« den dioritischen Prädacit nicht nur begrenzt sondern innerhalb der Grenzregion auch in feinen Trümmern durchadert, andererseits aber die durch die ungleichmässige Mengung der Bestandtheile gegebene verschiedene Empfänglichkeit der einzelnen Gesteinsparteen für

Contact-Einwirkungen; so scheinen z. B. die Glimmer-Concretionen unempfindlich geblieben zu sein*).

Wenn *K. A. Lossen* den hohen Werth durch Contactmetamorphose veränderter Eruptivgesteine für die Lehre vom Metamorphismus darin findet, dass ein von Haus aus festes Gestein

*) Auf die in Anmerkung zu S. 343 berührte Frage der Zugehörigkeit dieses Gesteins zu Quergang-Gesteinen bemerke ich, dass ich Proben von zwei solchen Gängen von ähnlichem Gesteinshabitus geschlagen habe. Beide Gänge waren gegen 10 Schritt von einander entfernt, fielen nach Nord und besaßen Spuren von zum Salband rechtwinkliger säulenförmiger Absonderung; der südwestlichere (möglicher Weise Gang *e Keilhan's*) war etwa 0,5 m, der nordöstliche etwa 0,75 m mächtig. Die Gesteinsmasse beider ist ganz dunkelgrau bis grün, kryptomer körnig, massig; auf den Bruchflächen funkeln oft dunkle Glimmerblättchen und nicht selten Kieskörnchen. U. d. M. erweisen sie sich vielleicht noch etwas ärmer an farblosen Gemengtheilen als oben beschriebenes Gestein, dieselben sind jedoch im Allgemeinen von etwas größerem Korne, während die farbigen dagegen feinkörniger erscheinen. Mit obigem Gesteine haben beide nun das gemein, dass wir in den farblosen Gemengtheilen, soweit solche noch klar und durchsichtig sind, auch ähnliche Longulite finden, und dass auch hier brauner Glimmer und Magnet-eisen zu den wesentlichen Gemengtheilen gehören; ferner ist Anisomerie und ungleichmässige Mengung, wenn auch in geringerem Grade vorhanden. Dagegen sind als Unterschiede hervorzuheben: An den Feldspathen bemerkt man nur äusserst selten Spuren lamellaren Viellingsbaues; es ist deshalb möglich, dass hier ein *Orthoklas-Gestein* vorliege; Quarz tritt in dem Dünnschliffe des einen Ganges sehr zurück, was allerdings Zufall sein kann, andernfalls aber das Gestein der Syenit- oder Diabas-Familie zuweist; grosse, porphyrisch eingesprengte Plagioklase werden im Allgemeinen vermisst, einige wenige wurden allerdings in dem östlichen Gange gefunden, welcher aber sehr reich ist an mechanisch eingeschlossenen Bruchstücken eines grobkörnigen Gemenges von Hornblende, Glimmer, grossem Apatit, Erz, Quarz, Feldspath und Augit und deshalb wahrscheinlich auch jene nur mechanisch eingeschlossen enthält. An Zahl der Individuen tritt in beiden Ganggesteinen vor allen Gemengtheilen ein *grünlicher, feinkörniger Augit* hervor, der, während die Feldspathe oft durch Verwitterung sich recht getrübt zeigen, durchweg frisch erscheint; diese Augitkörner sind zwar auch gerne zu mehreren gehäuft, aber doch nie zu so grossen Flatschen wie dort Hornblende oder Chlorit. Dieser rund-körnige Augit ertheilt beiden Gesteinsgemengen einen ganz eigenthümlichen Habitus. Ungleichmässig vertheilt, aber ebenfalls nicht in grossen »Flatschen« gefunden, ist der braune Glimmer, welcher in dem einen Gange auch sehr zurücktritt und in dem anderen sich zwar reichlicher und in ungleichm. Vertheilung findet, aber doch nur kleinblättrige, lichte Wolken, nicht dichte grossblättrige Flatschen bildet. Fasrige Hornblende wurde in

von ganz bestimmter Mineralaggregation, chemischer Durchschnittszusammensetzung und Structur zuverlässig als ihr Muttergestein angegeben werden kann*, so wird man, die entsprechenden Verhältnisse der deutrogenen Gesteine ihnen gegenüber berücksichtigend, im Allgemeinen wohl zustimmen können; dabei ist aber die genaueste Kenntniss jener erwähnten Eigenschaften nothwendige Vorbedingung; in diesem Falle nun wird, worauf ich leider nochmals hinweisen muss, jener Werth sehr beeinträchtigt durch unsere unsichere und mangelhafte Kenntniss vom ursprünglichen, resp. von demjenigen Zustande des berührten Eruptivgesteins, in welchem es von der Contactmetamorphose ergriffen wurde. Doch lässt sich bei aller nöthigen Zurückhaltung als der Wahrheit oder Wahrscheinlichkeit am Nächsten kommend Folgendes hinstellen:

1) Die der Verwitterung leicht zugänglichen Gemengtheile sind schon vor Eintritt der Metamorphose von jener in mehr oder weniger hohem Grade ergriffen gewesen; denn so erklärt sich u. A. am Einfachsten, warum sich die primäre Hornblende stark chloritisirt vorfindet, die neugebildete aber nicht; dabei kann immerhin letztere ihrer Substanz nach ziemlich unempfindlich gegen Verwitterungseinflüsse sein, was in Analogie zu den Constituenten der Hornfelse nicht unwahrscheinlich erscheint.

2) Die Contactmetamorphose hat nicht das Gestein als Ganzes sondern nur die für dieselbe leichter empfänglichen Gemengtheile in mehr oder weniger hohem Grade zu verändern vermocht.

3) Als erstes Product der Metamorphose und zwar unter Um-

demselben Gange, aber nur accessorisch beobachtet, in dem anderen reichlich Apatit. Zu anscheinend Titan-haltigem Magnetit gesellt sich Kies. — Diese Umstände berechtigen und verpflichten meiner Meinung nach, so lange nicht ein Zusammenhang der Quergang-Gesteine mit dem oben beschriebnen direct nachgewiesen ist, jene (als »Augit-Syenite«?) von diesem verschieden, wenn ihm auch in gewissen Beziehungen verwandt, getrennt zu halten und zwar um so mehr, als die Massen der beiden Quergänge in allen wesentlichen Verhältnissen so schön unter sich übereinstimmen.

*) Jahrb. d. K. Pr. geol. Landesanst. 1883, S. 620. »In den primären Mineralien und primären Structures der Erstarrungsgesteine besitzen wir eine wohlbekannte Grösse, die wir unserem Urtheil zu Grunde legen können, einen festen Maassstab, an welchem Art und Grad jener secundären Mineralien und secundären Structures gemessen werden können, welche die Natur des metamorphischen Gesteins mehr oder weniger ausmachen.«

ständen als Zwischenstadium zu höheren Producten finden wir eine Trübung der meisten Gemengtheile.

4) Die als Endproduct in den untersuchten Präparaten beobachtete Neubildung von Hornblende und Titanit, wahrscheinlich auch opakem Erz, verdient nicht mit vollem Rechte die Bezeichnung als »Rückbildung«, welche ihr manche Theoretiker zu geben geneigt sein werden: Titanit von ähnlicher Erscheinungsweise wird nämlich im »frischen« Gesteine vermisst; auch für die Hornblende ist ihre vollständige substantielle Uebereinstimmung mit der primären fraglich; morphologisch aber bildet sie gröbere Krystalloide, welche in Form und Grösse von den ihnen gebotenen, ersichtlich nicht der primären Hornblende allein entsprechenden Bildungsräumen abhängig waren.

5) Im Ganzen genommen stellen sich die erkannten contact-metamorphischen Erscheinungen als *kümmerliche dar gegenüber den an Schichtgesteinen beobachteten*.

Blicken wir zurück über alle erwähnten Contact-Producte, so finden wir bei den Kalksteinen wesentlich nur histologische Umänderung (besonders Vergrösserung des Gesteinskorns; — von einem bei der Umwandlung stattgehabten Volumverluste*) des Kalksteins ist auch keine Spur zu erkennen), bei den andern Schichtgesteinen aber, sowie bei dem benachbarten Eruptivgesteine auch solche des Mineralbestandes**), welche bei jenen mit einer Vermehrung der Härte und Verminderung des »Glühverlustes« verbunden sind. Der Nachweis, wie diese Umänderungen, d. h. durch welche Kräfte bewirkt und in welcher Art und Weise fortschreitend vor sich

*) Einen solchen behauptet bekanntlich *J. Roth*, doch bedarf diese Behauptung für gegen Kohlensäureverlust geschützte Kalksteine noch genauerer Beweisführung; bei Kreide und sonstigen erdigen Kalksteinen von lockerer Structur ist ja die Möglichkeit einer Täuschung darin gegeben, dass die unzähligen kleinsten Zwischenräume zwischen den Carbonat-Partikeln beim Zusammenschliessen letzterer zu grösseren Individuen sich auch ihrerseits summiren und nun deutlicher zum Vorschein kommen.

**) Als eine aus *Jannasch's* Analysen zu folgernde sowohl dem normalen als dem Kalk-Hornfelse eigenthümliche und an sich auffallende Erscheinung, welche umfassendere Nachforschung verdienen dürfte, ist hervorzuheben, dass die Hornfelse das Eisen nicht als Oxyd, sondern nur als Oxydul führen, auch entsprechend nicht mehr FeS_2 , wie die Thonschiefer, sondern FeS enthalten

gegangen seien, ist zur Zeit noch nicht erschöpfend und zweifellos zu führen, doch dürfte das vorhandene Material genügen, um über *einige* wichtige Verhältnisse dieses Vorganges aufzuklären, sowie die diesbezüglichen Hypothesen zu prüfen.

Die von bedeutenden Forschern vertretene Theorie, dass die Contactmetamorphose wesentlich nur in einer mineralogischen und histologischen *Umbildung* der in den umgewandelten Gesteinen *schon vorrätigen Substanzen* bestehe*), durch die betreffs der Hornfelse insbesondere eine leicht erkennbare Härtung und eine Verminderung des Glühverlustes (nämlich Verlust an Wasser und Kohlensäure, sowie, was wenigstens vorstehende Analysen wahrscheinlich machen, eine Reduction der Oxyd- und Sulfidstufen des Eisens) bewirkt wurde, wird in dem von mir beigebrachten Materiale nur Stützen finden können.

Wenn *Brögger*, obwohl dieser Theorie ausdrücklich auch huldigend, doch an ihrer Allgemeingiltigkeit zu rütteln versucht, indem er glaubt nachweisen zu können, dass in manchen Fällen eine wesentliche Aenderung der durchschnittlichen chemischen Zusammensetzung einzelner Schichten durch Zuführung neuer Bestandtheile stattgefunden habe, so ist zu entgegnen, dass das von ihm beigebrachte Material für solchen Beweis durchaus nicht genügen kann. — *Brögger* zieht nämlich (S. 364 ff. a. a. O.) den chemischen Bestand einer Stinkkalk-Knolle und denjenigen des ihr unter den Contact-Producten in der Schichtstellung entsprechenden Kalkhornfelses in Betracht: jene enthielt 94 Procent Kalkkarbonat, dieser nur 8,87 CaO, dagegen 46,75 SiO₂ u. s. w.; hier scheine also wirklich eine Zufuhr von SiO₂ und anderen Substanzen stattgefunden zu haben. Dem ist aber entgegenzuhalten, was schon oben betont ist, dass die Alters-Parallele den ursprünglich gleichen Mineral-Bestand gar nicht beweist. Bei dem bekannten Schwanken des Mineralbestandes der Schichtgesteine in ihrer Erstreckung ist es sehr wohl möglich, dass der chemisch untersuchte Hornfels aus einer Schicht-Partie hervorgegangen ist, welche an Kalkkarbonat nicht so reiche Knollen enthielt, als wie die untersuchten; es ist das sogar sehr wahrscheinlich im Hinblick auf die Thatsache, dass selbst im innersten Contactringe die nicht allzu unreinen Kalksteine

*) *Rosenbusch*, Phys. II, 36: »Zu den Contactgebilden lieferte das Sedi-
ment ausschliesslich den Stoff, der Granit dagegen den Anstoss zur
Metamorphose und die dazu nöthigen physikalischen Bedingungen«.

als Kalkkarbonatgesteine erhalten geblieben sind: als solche würden wir also wahrscheinlich auch die umgewandelten Ellipsoide vorfinden, falls sie der Berücksichtigung werthe Bestandmassen von wirklich 94 % ursprünglichem Kalkkarbonat-Gehalt dargestellt hätten. — *Brögger* dagegen ist geneigt, diesen Umstand »heissen Lösungen, längs gewissen Schichtflächen eindringend« zuzuschreiben, die »einige Schichten reichlich, andere vielleicht gar nicht mit zugeführten Substanzen imprägniren konnten«. Wenn diese »zugeführten Substanzen« aus den umgewandelten und in der Umwandlung begriffenen Schichten stammen sollen, so dass gewissermaassen eine Mischung der Substanzen verschiedenartiger, wechsellagernder Schichtkörper erfolgt, so wird sich schwer etwas gegen diese Annahme, die für viele Einzelfälle (gegen ihre Verallgemeinerung spricht der nicht selten schroffe Wechsel im Bestande der einzelnen Schichtlagen*) sicherliche Wahrscheinlichkeit besitzt, sagen lassen: sie ist eben kaum widerlegbar, aber auch sehr schwierig zu beweisen. *Brögger* äussert sich nicht darüber und sind seine Worte sogar eher dahin zu verstehen, dass diese »zugeführten Substanzen« dem umwandelnden Eruptivgesteine, dem »Granite« entstammen sollen, die betr. Lösungen also dem entsprechen dürften, was man als »Granitsaft« bezeichnet hat. Solcher Granitsaft müsste also einerseits in Rücksicht auf den von *Brögger* betrachteten Fall, andererseits als von einem Kieselsäure-reichen Silicat-Gesteine kommend, Kieselsäure und sonstige im Granite resp. Prädacite enthaltene Substanzen enthalten.

Diese Annahme ist aber entschieden unstatthaft. Dass man ihr zu Folge gegen die Grenze des »Granites« hin im Ganzen eine Steigerung des Kieselsäure-Gehaltes durch die Contactmetamorphose erwarten müsse, dass aber solche Zunahme nicht nachweisbar ist, das hat *Brögger* selbst ausgesprochen; ich kann dies nur bestätigen, zumal mit Hinweis auf den dem Eruptivgesteine sehr nahen reinen Marmor von Barnekjern.

Da *Brögger* zu dieser Annahme anscheinend auch nur seinen

*) Dieser Wechsel ist bekanntlich in allen Contact-Regionen beobachtet und fällt sogar am Monzoni auf, conf. *J. Lemberg* i. Zeitschr. D. geol. Ges. 1872, 187, wo viele, z. th. zonar angeordnete »Contactproducte« nicht (resp. nicht allein) einer wahren Contactmetamorphose, sondern hydrochemischen, von Mineralquellen vermittelten und ohne Vorhandensein (allseitigen) hohen Druckes (l. c. p. 233) stattgehabten Processen ihre Bildung im Wesentlichen verdanken dürften.

Alters-Parallelen zu Liebe, auf welche er zu grosses Gewicht legt, geneigt ist, so ist ferner wohl zu beachten, dass in dem schon vorher gerügten Falle, in welchem er aus demselben Grunde Kalkhornfels aus Alaunschiefern entstehen lässt, der »Granitsaft« demnach einen ganz anderen Gehalt besessen haben müsste.

Diesen apagogischen Beweisgründen gegen die Existenz eines »Granitsaftes« und Zuführung von »Granitsubstanz«^{*)} zu den Contactproducten vermag ich nun aber auch noch den Hinweis auf den *Befund unmittelbarer Contactstücke* hinzuzufügen, welche uns auch *nicht die mindeste Wahrscheinlichkeit einer Imprägnation der Sedimente mit »Granitsubstanz«* lehren, im Gegentheile zeigen,

^{*)} In ausgedehntestem Maasse wirthschaftet mit solchem Granitsafte J. Lehmann in den ersten Capiteln seiner »Altkrystall. Schiefergesteine«. Als Belege für die Behauptung, dass solcher »Saft« die Granite begleite und die Nebengesteine imprägnire, führt er einmal den von Hawes beschriebenen Albany-Granit und dann (S. 32), wie ich wenigstens verstehe, diejenigen Gesteine an, deren granitische Natur oder Abkunft er erst beweisen will. Von diesem Zirkelschlusse abgesehen bleiben also nur die Contactverhältnisse des Albany-Granites als Beweismittel. Dieselben sind aber ohne Kraft; es soll da der benachbarte Schiefer bei progressiver Annäherung durch den Granit mit Borsäure, Kieselsäure und etwas Natron imprägnirt worden sein, während er gleicherweise an Wasser verlor; der Nachweis solcher Zunahme an Kieselsäure und Natron ist aber nicht erbracht, denn wir kennen nicht genau genug das ursprüngliche Material dieser Hornfelse und ein Blick auf eine wenn auch nur kleine Reihe von Thonschiefer-Analysen zeigt, in wie weiten Grenzen obige Werthe überhaupt schwanken können; die beobacht. Zunahme kann daher ganz zufällig sein. Was aber die Borsäure betrifft, so mahnen deren Vorkommensverhältnisse stets, zunächst Quell- und Fumarolenbildung in Betracht zu ziehen, welche eventuell auch auf der schon strecken- und theilweise geöffneten, aber noch nicht bis zum Granitheerde niedergehenden Eruptionsspalte der Graniteruption zeitlich vorausgehen konnten. Eine Mengung oder Mischung von Gebilden dieser Art mit wirklichen Contactproducten hat wahrscheinlich auch da stattgehabt und nimmt schon solche Möglichkeit den Contactgesteinen des Albany-Granites die Beweiskraft. — Der Gedanke, dass der Eruptionscanal wohl nicht immer auf Einmal und plötzlich sich in seiner ganzen Erstreckung und Mächtigkeit geöffnet habe, sondern schon vor der Eruption streckenweise, wenn auch nur in geringerer Weise klaffend abyssodynamischen Producten zum Ablagerungsorte gedient haben könne, verdient in seiner unbestreitbaren Wahrscheinlichkeit allgemeineres Interesse; so dürfte er z. B. in einfachster Weise für viele Fälle die Erzanhäufungen am Contact von Eruptivgesteinen erklären. die sich beiderseitig von der Contactlinie aus lockern und vermindern.

dass der »Granit« an der Grenze und zwar in ähnlicher Weise, wie wir solches auch von anderen Eruptiv-Gesteinen kennen, *Substanz des Sedimentes in sich aufnimmt*; eine Material-Abgabe des Eruptivgesteines an die durchbrochenen oder umschlossenen Gesteinspartieen, eine chemische Durchtränkung oder Imprägnation mit »Granitsaft« ist *nirgends* erkennbar, wohl aber eine innige mechanische Verflössung oder Verankerung beiderlei Gesteine mittels feiner bis feinsten Trümer des Eruptivgesteines.

Welcher Art war die substantielle Umwandlung? — K. A. Lossen charakterisirt im Jahrb. d. geolog. Landesanst. 1883, S. 498, die Metamorphose, und zwar sowohl die Contact- wie die »Dislocations-Metamorphose«, als »*Rückbildung* des aufbereiteten Stoffs der Sedimente zum *Rohstoff der Massengesteine hin*«. Diese Behauptung bedarf noch des Beweises. Die Mineral-Natur der farblosen körnigen Hornfelsgemengtheile kennen wir allerdings zum grossen Theile nicht, so dass in ihnen wirklich regenerirte Bestandtheile vorliegen könnten. Betreffs des charakteristischsten Hornfelsgemengtheiles, des braunen Glimmers aber ist die Behauptung nicht allein unbewiesen, sondern auch unwahrscheinlich, dass sein Bildungs-Material auch *durchweg aus braunem Glimmer hervorgegangen sei*; man gelangte da zur Annahme, dass nur an solchem Glimmermaterial gleich reiche Gesteine, also wohl dunkle Glimmerschiefer, das Material zur Bildung von Thonschiefern, welche zu Hornfelsen umwandlungsfähig seien, geliefert hätten, — einer Annahme, welche wohl schon im Hinblick auf die Verbreitungs- und Massenverhältnisse der betreffenden Gesteine keinen Anklang finden dürfte. Und welches sind dann diejenigen deutrogenen Gesteine, deren Material die an Magnesiaglimmer armen protogenen Gesteine hergegeben haben? — Auch ist es ja sehr fraglich, ob der braune Glimmer der protogenen massigen und schiefrigen Gesteine mit demjenigen des Hornfelses in seinen Eigenschaften soweit übereinstimme, dass man mit Recht von »Rückbildung« reden kann.

Derselbe Forscher erklärt a. a. O. S. 633, »dass ein *absoluter geologischer Unterschied zwischen der Granit-Contactmetamorphose und der Dislocationsmetamorphose überhaupt nicht existirt*«. — Producte der letzteren sind ihm z. B. Chlorit, Uralit-Amphibol, Serpentin, also Mineralien, deren Bildung man bisher der einfachen und complicirten Verwitterung (nach Roth's Nomenclatur) zuschrieb. Es fragt sich nun, ob durch letzteren Process schon allein die

Bildung solcher Mineralien möglich erscheint oder ob man gezwungen ist, die Annahme einer Zersetzung, zu welcher (nach derselben Nomenclatur*) die Contactmetamorphose gehört, zu Hilfe zu nehmen; wäre letzteres nicht nöthig, so würde in Anbetracht der weiten Verbreitung dieser Mineralien der Annahme allerorts möglicher Verwitterung gewiss der Vorzug gegeben werden.

Bekannt ist, dass *Wasser* (und wohl überhaupt die Mehrzahl der geologischen Lösungsmittel) unter erhöhtem Drucke grössere Lösungsfähigkeit besitzt: höheren Druck erhalten aber die auf Gesteinsspalten circulirenden wässrigen Lösungen («Gebirgswasser») mit zunehmender Tiefe unter der Oberfläche schon durch die Last ihrer eigenen Wassersäulen. Dazu kommt die Wahrscheinlichkeit, dass die Lösungskraft noch durch die Attraction der Flächen in Capillar-Räumen, wohinein die Solutionen unter der Last ihrer Wassersäulen gepresst werden, vermehrt wird, wobei eventuell durch Diffusion eine Stoffzufuhr auch den Lösungen in weiteren Räumen erwächst (conf. Zeitschr. Deutsch. geolog. Ges. 1881, S. 263). Diese Verhältnisse geben wohl das Recht, an der Möglichkeit der Bildung genannter, an den verschiedensten Orten und unter den manichfaltigsten Verhältnissen gefundener Mineralien durch Verwitterung festzuhalten. Als (normal) metamorph kann man ja jedes Verwitterungsproduct bezeichnen, aber als durch Dislocation, durch den bei der Gebirgsbewegung thätigen oder resultirenden *Druck* entstanden, dazu bedarf es doch noch einer *besonderen Beweisführung*, welche meines Erachtens *Lossen* noch in keinem Falle gelungen ist. Interessant würde es jedenfalls sein, experimentell zu prüfen, ob durch Druck allein z. B. Augit zu Uralit oder Granat zu Biotit werde. Die Gebirgsbewegung, der Gebirgsdruck mag beim Verwitterungsprocess oft indirect mitgewirkt haben, insofern er dem Verwitterungsprocess günstige Verhältnisse, wie Gesteins-Zerreissungen und Capillarspaltbildungen combinirt hat, aber ihn als wesentlichen Factor bei der Metamor-

*) Diese Nomenclatur findet sich motivirt in Abh. d. Akad. d. Wissensch. z. Berlin, 1871 (auszugsweise in meinem Grundr. d. Gesteinskunde, Leipzig, Hässel 1877, S. 84). Erfüllt dieselbe bezügl. Schärfe auch nicht alle Wünsche, so erscheint sie mir doch die relativ beste, weil sie die überall wirklich oder doch möglicher Weise vorhandenen Umsetzungsproducte von den nur an bestimmte Örtlichkeiten (an Contact von Eruptivgesteinen, Gebiete von Fumarolen oder Mineralquellen) gebundenen »Zersetzungs«-Producten unterscheidet.

phose zu bezeichnen, verlangt noch andere Beweise. — Würde solch ein Beweis für seine directe *Mitwirkung* erbracht, so wäre es erwünscht zu prüfen, ob man ein derartiges Product von den ähnlichen der Verwitterung unterscheiden und trennen könne.

Obige Behauptung *Lossen's* erscheint mir aber noch aus anderen Gründen durchaus ungerechtfertigt; ganz abgesehen von den *verschiedenen Zielen* der Umwandlungs-Vorgänge deuten auch alle Beobachtungen darauf hin, dass die Art und Weise beider grundverschieden ist. In Betreff der Uralitisirung, Chloritisirung und Serpentinisirung z. B. können wir mit dem Auge verfolgen, wie dieselbe in *jedenfalls sehr langen Zeiträumen schrittweise vor sich gegangen ist*, von dem *eingeschlagenen Wege* oft noch deutliche Spuren (Maschenbildung) hinterlassend; bei den Contactgebilden dagegen finden wir von letzterem keine Spur und ist, wie oben ausgeführt wurde, die *Umbildung* aller Wahrscheinlichkeit nach, wenn auch zuweilen mit Zuhilfenahme von Zwischenstadien, *sprungweis, plötzlich* und (für ein und dasselbe Mineral) ziemlich *gleichzeitig* erfolgt*).

*) Obwohl ich, schon der Raumersparniss halber, weitere Erörterungen gern vermieden hätte, scheint mir diejenige des Begriffes der *Dislocations-metamorphose* doch noch nöthig. Die Lehre von letzterer ist wohl am Ausführlichsten entwickelt in dem schönen und auch prächtig ausgestatteten Werke von *J. Lehmann* über *Altkrystallinische Schiefergesteine*. Bonn 1884. In so vielen, in diesem Werke enthaltenen Deductionen ich nun dem Verf. bereitwilligst zustimme, so doch nicht in allen, u. A. nicht in dem Hauptpunkte, dass er für die dabei in Frage kommenden *materiellen Umwandlungsproducte* die *Dislocation*, resp. den *Gebirgsdruck* verantwortlich macht. Seinen meisterhaften Schilderungen der *mechanischen*, resp. *morphologischen* Wirkungen von Gebirgsdruck auf die Gesteine aber kann ich nur volle Anerkennung zollen. Aus denselben ist jedoch auch klar ersichtlich, dass solcher Druck die Gesteins- und Gebirgsmassen als starre, nicht homogene Körper nie im Ganzen, sich gleichmässig auf alle constituirenden Mineralien oder Mineralpartieen vertheilend, etwa so wie der Druck auf eine abgeschlossene Wassermasse auf alle Theilchen derselben. trifft. Sowohl die Last der auflagernden Gesteinsmassen wie den Seitendruck beim »Gebirgsschub« haben im ganzen Gebirge zunächst nur die druckfestesten und stärksten Partieen auszuhalten und für die anderen mit zu dulden. Man kann eine Gebirgsmasse darin einem Gebäude vergleichen, dessen Belastung auch nur die Pfeiler zu tragen haben, während die Fensteröffnungen und sonstigen »Füllungen« nicht mit tragen. Bei den Gebirgsmassen ist die Vertheilung der belasteten und lastfreien Partieen allerdings nicht so gleichmässig, sie lässt sich aber, wie auch aus *Lehmann's*

Von den bei dem Umwandlungsvorgange vorhandenen und deshalb möglicher oder wahrscheinlicher Weise denselben *bedingenden Verhältnissen* dürften dagegen folgende zu bestimmen sein.

Das Prädacitmagma besass einen *höheren Wärmegrad* als die von ihm »berührten« Gesteine. Dies schliessen wir zunächst aus

Darstellungen zu erkennen ist, zumal bei gemengten Gesteinen, bis zu mikroskop. Dimensionen hinab verfolgen: neben durch Druck corrodirtten Constituenten haben wir solche (eventuell Räume, z. B. diejenigen von Spaltrissen, klaffenden Schicht- und Gleitfugen), welche durch jene mehr oder weniger, wenn auch wohl oft nur während kurzer Zeiträume, vor dem Drucke geschützt wurden (*Lehmann* will dies nicht durchweg gelten lassen, wie aus Behauptungen auf S. 154, resp. 248 hervorgeht, wo er die Möglichkeit einer offenen Spalte unter grossem Gebirgsdrucke abweist). Auf das *Nebeneinandervorkommen unzählig vieler*, von nicht-festen oder von festen Stoffen erfüllter Räume oder *Gesteinspartieen von verschiedenen Druckverhältnissen* und damit auch *von verschiedenen Bedingungen für Mineral-Lösung und -Bildung* ist meiner Ansicht nach das Hauptgewicht zu legen.

Hat nun der Gebirgsdruck die materiellen Umbildungen bewirkt? etwa diejenigen Constituenten, welche ihn vorzugsweise aushalten mussten, metamorphosirt? Nach *Lehmann's* Untersuchungen sind gerade sie die nicht metamorphosirten, die, wenn auch corrodirt, doch erhalten gebliebenen. Eine Metamorphose würde für sie wohl auch am Ehesten dadurch bewerkstelligt werden, dass sich der Druck in Wärme umsetze und Schmelztemperatur eintrete. Da die Dislocationen in ungeheuren Zeiträumen ganz allmählich vor sich gehen sollen und wohl auch vor sich gehen, ist jedoch eine plötzliche bedeutende Temperatursteigerung ausgeschlossen; jede geringere locale Temperaturerhöhung aber muss leicht und schnell durch die Wärmetransportfähigkeit der circulirenden Gebirgsfeuchtigkeit ausgeglichen werden, so dass eine bedeutende allmähliche Wärmeerhöhung des in der Dislocation begriffenen Gebirgskörpers gegenüber ruhenden von gleicher Tiefenstufe in der Erdkruste ausgeschlossen erscheint; ausserdem hat auch *Lehmann* an einer Reihe von Beobachtungen gezeigt, dass Schmelzfluss nicht eingetreten sein könne.

Es bleibt also nur die schon oben im Texte dargestellte Wahrscheinlichkeit der Veränderung der Löslichkeitsverhältnisse in der Gebirgsfeuchtigkeit mit zunehmendem Drucke. Neben Gesteinspartieen, welche höchsten Druck ertragen müssen, finden sich nun überall Partieen resp. Räume von niederem Drucke; aus jenen gehen die gelösten Stoffe mit der lösenden Gebirgsfeuchtigkeit oder in Folge von Diffusion innerhalb derselben in letztere, wo sie sich ab- oder umsetzen können. So setzt sich nach *Lehmann* der Biotit auf den Räumen geringsten Druckes innerhalb der in Dislocation befindlichen Granulite ab.

Es ist also *nicht der Gebirgsdruck selbst, noch weniger die Dislocation*, welche diese Neubildungen produciren und nach denen dieselben

der endomorphen Erscheinung, dass das Prädacitmagma an der Grenze oft feinkörniger erstarrt ist als im Innern, was nach Analogie auf genanntes Verhältniss deutet. Um wieviel Grade das Magma wärmer gewesen als die Sedimente, lässt sich nicht erkennen, doch ist zu beachten, dass das Eruptivmagma in *seiner ungeheuren Masse*, selbst bei einem relativ niedrigen Erstarrungswärmpunkte, doch eine sehr *beträchtliche Wärmequelle* für die berührten und insbesondere für die von ihm bedeckten und dadurch

bezeichnet zu werden verdienen, sondern der schnelle *räumliche Wechsel der minerogenetischen Bedingungen innerhalb der Gesteine*.

Nun wird jede Gebirgsdislocation und jeder eine solche bestrebende Gebirgsdruck nothwendiger Weise und lange Zeit hindurch auf die reichliche und manichfache Entwicklung vorgenannter Verhältnisse hinarbeiten und ergiebige Operationsfelder für diesen Umsetzungsprocess schaffen, so dass wir in dislocirten Gebirgspartieen auch die Producte des letzteren in ungewöhnlich reichlicher Menge, Masse und Vollkommenheit (Grad der Umwandlung) zu finden erwarten dürfen und wohl meist auch vorfinden. Dieser *indirecten Beziehungen* wegen kann man versucht sein, die betr. Umwandlungsproducte als Ausflüsse der Dislocation zu bezeichnen. Jedoch *auch dies* erscheint mir *ungerechtfertigt*. Einmal deshalb, weil wir sie nicht in jedem Dislocationsgebiete in so *stüppiger* Weise, resp. gleich hohem Grade entwickelt finden, wie sie nach *Lehmann's* Schilderung im Sächs. Granulitgebirge auftreten; wo weniger starke und verhältnissmässig gleichartigere Gebirgsmassen wenn auch im complicirtesten Faltenwurfe dislocirt wurden, können sie der Masse und Art nach sehr unscheinbar bleiben; ich erinnere diesbezüglich an den schon erwähnten Mangel an Knotenschiefern im Christiania-becken; -- dann aber und besonders deshalb, weil die Bildungsweise jener Producte nicht ihrer Art nach, sondern eventuell nur dem Grade nach verschieden ist von der Entstehung vieler, allerdings meist unscheinbarer Mineralien in *nicht in Dislocation befindlichen Gesteinen*. Ganz entsprechendem Processe nämlich dürften, wie ich dies a. a. O. (Zeitschr. Deutsch. geol. Gesellsch. 1881, 263) nachzuweisen versucht habe, die Gipstrümer in Gipsfelsen, die Kalkspathtrümer in Kalksteinen u. a. m. ihre Bildung verdanken, nämlich der Differenz der Druckverhältnisse in Capillar- und in weiteren Spalträumen. Da letztere Bildungen entschieden nicht als Producte einer Dislocationsmetamorphose zu bezeichnen sein dürften, sollte man nach meinem Urtheile auch für die entsprechenden Producte in dislocirten Gebirgen eine Bezeichnung wählen, welche mit für jene angängig ist, wenn es überhaupt einer besonderen Bezeichnung für solche Producte bedarf. Die Allgemeyn-Möglichkeit dieser Bildungen aber an allen Orten der Erdkruste ist es, welche meiner Meinung nach gebietet, solche Producte auch in der Nomenclatur streng abgesondert zu halten von den an den Contact eines Eruptivgesteins gebundenen.

gegen Wärmeverlust geschützten Sedimente abgegeben haben muss. Der Wasserverlust der Contactgesteine weist allerdings auf einen bedeutenden Wärmegrad hin. Dass diese Wärme, deren weitere Verbreitung in die Sedimente hinein wahrscheinlicher Weise dem Wasser zufiel, die Umwandlung bewirkt oder bei ihr mitgewirkt habe, dürfte keinen Zweifel begegnen, aber über das Maass ihres Antheils an derselben gehen die Ansichten wohl sehr weit auseinander.

Sehr beachtenswerth ist nun der Umstand, dass die Contact-producte sich besonders massig und wohlentwickelt *im Liegenden* des Prädacites finden, *im Hangenden dagegen relativ verschwinden* oder einen anderen Charakter zeigen. Die schönst ausgebildeten Contact-Ringe finden wir da, wo die Silurschichten nach dem Prädacit zu einfallen, ihn also wahrscheinlich unterteufen. Die dem Prädacit (bei Drammen) auflagernden Silurschichten sind dagegen nur sehr wenig umgewandelt und was den Vesuvian-haltigen Kalkstein dieses Gebietes betrifft, welcher als Einwurf dagegen vorgebracht werden könnte, so ist das ein Gestein, welches sich von den im Bestande analogen Gesteinen des eigentlichen »Contact-ringes« ganz auffällig durch seine porose, cavernose und *mürbe* Structur unterscheidet*). Ziehen wir nun in Betracht, dass, wie früher dargelegt, die ursprüngliche Lagerungsform des Prädacites

*) Ich gestehe zu, dass der Mangel genauer geologischer und petrographischer Untersuchung und Beschreibung der Hangend-Contact-Zone behufs Vergleich mit den Erscheinungen der liegenden eine empfindliche Lücke für die Erklärungsversuche darstellt; sie erklärt sich, was mich betrifft, dadurch, dass ich bei Besuch derselben noch nicht die Absicht hatte, diese Erscheinungen zu beschreiben, und dass ich weder an der Seilbahn des Konerud-Stollen noch an der Landstrasse nach Drammen gute Aufschlüsse der Contact-Zone mit Ausnahme derjenigen Vesuvian-reichen Kalksteinschichten beobachtete, welche letztere schon *Brögger* und *Penck* erschöpfend beschrieben haben; auch gehört dahin der bereits von *Buch* und *Hausmann* angeführte Marmor von Gjellebæk. Trotzdem darf ich versichern, und darin werden mir wohl alle anderen Beobachter derselben zustimmen, dass die hangende Contact-Zone gegenüber der liegenden einen kümmerlichen Eindruck macht sowohl betreffs ihrer Mächtigkeit als der Intensität der Umwandlungserscheinungen; ferner scheint mir wichtig, wie geschehen, an dem auffälligsten Contact-Producte derselben, den Vesuvian-Kalksteinen, die meist lockere bis zerreibliche Structur zu betonen, welche schwerlich als ein Product der Verwitterung hinzustellen ist, dieser aber und der Denudation gute Angriffspunkte bietet.

die eines ungeheuren Lagerganges gewesen sein mag, so wird man den obigen Hinweis auf die grosse Rolle, welche die Wärme bei der Umwandlung gespielt hat, gerechtfertigt finden. Stellen wir uns nämlich vor, dass die Temperatur des Prädacitmagmas die des Wasser-Siedepunktes wenn auch verhältnissmässig nur wenig übertroffen habe, welche Anforderung gewiss nicht unbescheiden ist, so muss im Liegenden der Prädacitmasse durch ihre Eruption für einige Zeit ein mächtiger, ziemlich »dichter« *Papinianischer Dampf-raum* entstanden sein, in welchem *überhitzte Wasserdämpfe* oder dergl. Wasser, abgesehen von möglichen chemischen Reactionen, sowohl das Medium für den Wärmetransport abgaben, als auch *nach allen Seiten* kräftigen *Druck* ausübten. Diese Wasserdämpfe brauchten durchaus nicht dem Prädacite oder »Granite« als »Granitsaft« zu entstammen; denn den überdeckten Schichten wurde, soweit sie Thon-haltig waren, wie die Analysen ergeben, bei der Contactmetamorphose Wasser entzogen, resp. aus ihnen ausgetrieben, und werden sie ausserdem auch aller Wahrscheinlichkeit zu Folge genügende »Bergfeuchtigkeit«, d. h. in ihnen enthaltenes, resp. circulirendes Wasser besessen haben, welches durch das sich überlagernde Eruptivmagma jäh erhitzt und »abgefangen« (in seiner Communication mit der Atmosphäre behindert), überhitzten Dampf lieferte. Natürlich war auch hierbei ein Erforderniss für die mehr oder minder grosse Entwicklung resp. Vollkommenheit der Contactmetamorphose, dass die »berührten« Gesteine materiell und structurell, resp. morphologisch zu solchem Vorgang geeignet waren, dass dieselben z. B. nicht zu cavernos und klüftig waren oder aus wenig umbildungsfähigem Materiale bestanden (z. B. Grauwackensandsteine, Quarzsandsteine etc.). Wo letztere Verhältnisse vorlagen und z. B. in Folge von Cavernosität und Klüftigkeit der *Dampfdruck* nicht anwachsen konnte oder sich rasch vermindern musste, wird man keinen wohlentwickelten Contactring erwarten dürfen.

Dass auch der *Druck der Eruptivmasse*, ausser dem in vor-erwähnter Weise entstandenen *allseitig wirkenden Drucke*, bei der Contactmetamorphose mitgewirkt habe, erscheint im Hinblick auf die feste und möglichst compacte Structur der Producte aus den liegenden Contactringen nicht unwahrscheinlich; dagegen dürfte derselbe nicht als eine der Hauptursachen und in erster Linie bei der Metamorphose wirkenden Kräfte anzusehen sein. In diesem Falle nämlich hätten sich alle lamellaren Gemengtheile der Contactproducte bei ihrer Neu- oder Umbildung rechtwinklig zur

Richtung dieses Druckes legen müssen, es hätte ein möglichst vollkommener Schiefer oder wenigstens ein den krystallinischen Schiefergesteinen ähnliches Product entstehen müssen. Nun finden wir zwar in den Hornfelsen oft Spuren von Schieferung, diese entsprechen aber ersichtlich der ursprünglichen vor der Umwandlung vorhandenen; und wie weit die Hornfelse von wahren Schiefen entfernt sind, zeigt auf's Deutlichste der wenig schiefrige, oft sogar flachmuschlige Bruch derselben.

Der »*Gebirgsfeuchtigkeit*« bei der Contact-Umwandlung noch weitere wesentliche Functionen zuzuschreiben ausser denjenigen des schnelleren, resp. jähren Wärmetransportes und der Uebertragung, Entwicklung, eventuell auch Erhöhung des Druckes, erscheint nach Erwägung aller Umstände weder nothwendig noch statthaft; wohl mag das »ausgetriebene« Wasser, zumal mit Hilfe seiner Schicksalsgenossen Sauerstoff und Kohlensäure, sich mit Mineralstoffen beladen und stellenweis den Absatz oder den Austausch letzterer bewerkstelligt haben*) doch berechtigt diese Thatsache oder ihre Wahrscheinlichkeit für viele Fälle noch nicht, das Wasser als nothwendiges Solutionsmittel im Allgemeinen hinzustellen. Wäre das Wasser nämlich wirklich ein solchergestalt für die Umwandlung nöthiges Moment gewesen, so hätte die schon von *Rosenbusch* mit Recht betonte locale Relation zwischen der Contact-Producten und dem Eruptivgesteine dahin geändert werden müssen, dass nicht allein mit der Annäherung an letzteres sondern auch und vorzugsweise mit der Annäherung an die Circulationswege des Gebirgswassers, die doch wohl auch dem »ausgetriebenen« Wasser zur Flucht gedient haben, die Intensität der Contact-Metamorphose, ihren Producten nach zu urtheilen, zunehme. Da diese Circulationswege naturgemäss einen gewundenen Verlauf besitzen und sich netzförmig verzweigen, so würde das Resultat solchen Umwandlungsprocesses eine in mehr oder minder grossen

*) Der Einwand *Rosenbusch's*, welcher solcher Annahme an sich auch nicht abgeneigt erscheint, aber betont, dass wir die Wegnahme, die Entführung der betr. Stoffe aus den in Frage kommenden Schichten nicht nachzuweisen vermögen, erscheint mir nicht so erheblich. Wenn ich auch nicht die Nothwendigkeit solcher die Eruption begleitende Silicatlösungen als Factoren der Contactmetamorphose anerkennen kann will ich doch die Möglichkeit ihrer Existenz für viele Fälle nicht leugnen. Als »Granit-Secrete« dürfen sie ihrer Natur nach aber nicht bezeichnet werden, wenn sich auch aus ihnen wasserfreie Mineralien und vielleicht an manchen Orten sogar in granitähnlicher Mengen abscheiden mochten.

Maassstabe deutlich ausgebildete Maschenstructur gewesen sein. Dieser Voraussetzung entspricht aber der Befund im Allgemeinen eben nicht: »die Art der Verbreitung der Contactgebilde und ihre zu- und abnehmende Intensität«.

Wollte man jedoch diesem Einwurfe begegnen durch die noch weitergehende Annahme, dass sämmtliches Material der Contactproducte, etwa unter Zuhilfenahme gewisser die Lösung fördernder Stoffe (als solchen empfiehlt dieser Theorie *J. Lemberg* i. d. Zeitschr. D. geol. Ges. 1872, S. 242 u. A. das Chlornatrium) in der *Gebirgsfeuchtigkeit in Lösung* gegangen und aus dieser darnach wieder *abgeschieden sei*, so dass wir die Contactproducte demnach als *hydrochemische Niederschläge* betrachten dürften, während sie nach vorbetrachteter Annahme in der Mehrzahl Pseudomorphosen entsprächen: so ist auch hier der thatsächliche Befund das beste Gegenbeweismittel, nämlich das Fehlen jeder Spur von einer durch dergleichen Bildungsverhältnisse nothwendig gegebenen Anordnung der Producte; soweit wie Schichtung oder eine Sonderung verschiedenartiger Producte zu erkennen, müssten in solchem Falle die Schichten Concordanz zur Grenze des metamorphosirenden Gesteins aufweisen. Die schon oben (S. 353 u. Anmerkung dazu) erwähnte, so häufige Wechsellagerung verschiedenartiger (den unveränderten Schichtkörpern aber concordanter) Schichten in Contactregionen zeugt ausserdem von dem Umstande, dass eine gegenseitige Mischung der Substanzen benachbarter Schichtkörper, welche bei völliger Lösung der gesammten Contactregion selbstverständlich wäre, nicht stattgefunden hat.

Mittels Lösung und hydrochemischen Niederschlages oder Austausches scheint die Umwandlung also entschieden nicht vor sich gegangen zu sein.

Zum Theil dieselben Gründe lassen sich aber auch gegen die Umbildung *durch Schmelzung* gebrauchen. — Auch sind nur sehr selten als »Schmelzkerne« unveränderter Mineralien deutbare Einschlüsse innerhalb mineralischer Neubildungen gefunden. — Dazu kommt noch der Umstand, dass vom Kalkstein, dessen Structurveränderung durch Contactmetamorphose beleuchtet wurde, die Fähigkeit einen Schmelzfluss zu bilden mindestens nicht erwiesen, wahrscheinlich aber sogar zu bestreiten ist*).

Nach alledem erübrigt nur das Geständniss, dass wir zwar

*) Conf. *J. Lemberg*, Z. Deutsch. geol. Ges. 1872, S. 237.

behaupten dürfen, dass sich die Contactmetamorphose weder auf dem Wege der wässrigen Lösung noch auf dem des vollkommenen und nach gewöhnlichen Begriffen »normalen« Schmelzflusses vollzogen habe, dass uns aber zur Zeit noch völlig unbekannt und verschlossen ist, *in welcher*, auch im Uebrigen bekannten *Weise* die *molekulare Umordnung* und Umsetzung stattgefunden* hat.

Ob die im Vorstehenden geschilderten Verhältnisse und Kräfte die einzigen Bedingungen der Contactmetamorphose seien, und ob ihr Zusammentreffen und Obwalten**) zu einer Herausbildung von Producten, wie wir sie aus Contactringen kennen***), theoretisch genügen, kann nur ausgedehnte geologische Untersuchung ent-

*) Denjenigen, welchen der Ausdruck »molekulare Umordnung« und der Hinweis auf möglicher Weise gleichartige Vorgänge innerhalb starrer Körper (z. B. Wechsel des Krystallsystems des Schwefels) schon *Erklärung genug* ist, wird allerdings obiges Geständniss unverständlich sein; wer aber erwägt, dass die Mehrzahl der Contact-Producte sich nicht allein in der Structur (Molekular-Ordnung), sondern auch substantiell vom Rohmaterialie unterscheiden, der wird wohl darin zustimmen, dass man die dieserhalb nothwendig anzunehmende Locomotion und den Austausch der Moleküle nicht als eine *einfache Umlagerung* derselben bezeichnen soll. Dieser Ausdruck dürfte, insoweit er zugleich eine Erklärung des Vorganges zu enthalten vorgiebt, am Besten auf sogenannte Paramorphosen zu beschränken sein (und deshalb auch nicht der neuerdings behaupteten Herausbildung perthitischer Feldspathe aus homogenen Misch-Feldspathen, ganz abgesehen von der Wirklichkeit oder Wahrscheinlichkeit einer Aehnlichkeit in dem Bildungsprozesse, zukommen). — Diesen Speculationen geben zwar die schönen Versuche *Walther Spring's* (Bull. de l'Acad. r. d. Belgique, 2. ser. t. 49, 1880, 323) über das Zusammenschweissen starrer Partikel unter hohem Drucke einen erwünschten Fingerzeig, zumal aus denselben hervorgeht, dass solche Versuche am Besten gelangen bei Substanzen, welche im flüssigen Zustande höheres specif. Gewicht besitzen als im festen und zwischen Stoffen von an sich grösseren chemischen Affinitäten, aber es ist doch zu erinnern einmal, dass diese Eigenschaften für vorliegende Stoffe nicht, resp. noch nicht erwiesen sind und dann, dass bei den betr. Experimenten anscheinend oder wenigstens möglicher Weise normaler Schmelzfluss erzielt wurde.

**) Die Fälle gewissermaassen »unvollkommener« Contactmetamorphose, in denen massenhaft entwickelten Gasen gestattet war zu entweichen, wie z. B. die Anthracitisirung von Kohlen durch Eruptivgesteine, bleiben hier natürlich ganz ausser Betracht.

***) Die zweifellos sehr interessante Arbeit von *Chs. Barrois* über den Granit von Rostrenen, seine Apophysen und Contacterscheinungen, welche letztere von den oben beschriebenen der Art nach recht verschieden sein sollen, ist mir leider nicht zugänglich.

scheiden, einmal in den Contactregionen selbst, wo sie die Wahrscheinlichkeit zu prüfen hat, ob jene daselbst obgewaltet haben, dann aber und besonders dort, wo wir in der Nähe grosser Eruptivmassen analoge Contactproducte vermissen. An letzteren Vorkommen würde jedoch zunächst die Frage zu entscheiden sein, ob dieses Fehlen einem Mangel an den als zur Contactmetamorphose bereits für nöthig erkannten Verhältnissen zuzurechnen sei, ob z. B. das Eruptivgestein in Wahrheit nicht die grosse Masse (auf Einmal) besessen habe, wie es auf den ersten Anblick erschienen (was bei den meisten Porphyrdecken, die aus einer Anzahl von Strömen bestehen, der Fall gewesen zu sein scheint) und ihm so die Fähigkeit gefehlt haben dürfte, die Wärmequelle des Dampfraums abzugeben, oder ob die erwähnten, für Contactmetamorphose ungünstigen Eigenschaften der Sedimentärgesteine (Sandsteine und Conglomerate im Liegenden) daran schuld gewesen seien.

Dass die *Geschwindigkeit* solcher Contactmetamorphose eine verhältnissmässig grosse sein konnte und stellenweise auch gewesen ist, das bezeugen schon die Verhältnisse der gegenseitigen Ein- und Umschliessungen von Hornfelsgemengtheilen; wenn man aber erwägt, dass die in das Eruptivmagma eingeschlossenen und entweder nicht oder nur zum Theil von jenem resorbirten Gemengtheile des Nachbargesteins in ihrer Art vollkommen denjenigen des metamorphosirten Gesteins entsprechen und nicht denen des umzuwandelnden, dass demnach diese Gemengtheile noch vor der Resorption die Umwandlung erlitten haben, so wird man nothwendig zur Annahme geführt, dass solche Umwandlung stellenweise sogar *plötzlich* vor sich ging.

Gesteins-Verwitterung. — Wer die Verwitterungsformen unsrer mitteldeutschen Granitgebiete, wie z. B. des Harzes und des Fichtelgebirges, die wollsackähnlichen Blöcke, die Felsen-Meere und die grossen Massen losen oder lockeren Gruses in der Erinnerung hat, wird beim Anblicke der »Granitfelder« des Christiania-Gebietes mit Verwunderung dieses Alles vermissen*). Gesteinsblöcke finden sich zwar, aber es sind »Wanderblöcke«, dabei ist deren Menge spärlich gegenüber denen der Felsenmeere (andererseits auch gegenüber der Zahl der erratischen Blöcke in anderen Gegenden, z. B.

*) Den Contrast der Oberflächenformen dieser felsigen Gebiete gegenüber denjenigen von »verwitterten Felsmassen« hat H. H. Reusch anschaulich geschildert in Vid.-Selsk. Forh. 1878.

im südlichen Schweden); von »Grus« jedoch lässt sich keine Spur entdecken. Zwar ist der Fels nicht überall nackt, aber auch die aufgelagerte, verschieden mächtige, doch nur sehr selten wirklich tiefgründige Decke von Culturboden ist kein Verwitterungsboden, sondern ebenfalls Gletscherproduct, entweder direct abgelagertes (Grundmoräne) oder angeschwemmtes. Ueberall und überall treten dem Beobachter die Gletscherspuren in bester Erhaltung entgegen. Der nackte Fels zeigt sie besonders augenfällig, weil er einen die Politurglätte scheinbar steigernden Firniss-ähnlichen Ueberzug (ähnlich vielen Braunkohlen-Quarziten) zu besitzen pflegt, wie solchen in noch stärkerem Grade die von den Meereswogen bespülten grobkörnigen Gesteine der Scheeren aufweisen; dadurch tritt auch die Structur und der gemengte Bestand des Gesteins recht deutlich hervor. Aber auch der von Culturboden bedeckte und so dem steten Angriffe von in demselben enthaltenen Lösungen ausgesetzte Prädicitfels lässt noch keine Spur von Desaggregation erkennen; zwar ist die Felsfläche nicht mehr glänzend und zeigt Gesteinsbestand und Structur nicht mehr deutlich, sondern sie ist ersichtlich angeätzt, kaolinisch weiss, z. th. röthlich oder schmutzig weiss, und erscheint sehr pockennarbig, indem zunächst Hornblenden und Glimmer herauszublätern begonnen haben: streicht man aber mit der flachen Hand über die Fläche, so erhält man eine bei dem augenfällig rauhen, pockennarbigen Aussehen derselben ganz *überraschende* Empfindung der *Glätte*.

Senkrecht zu solcher Gletscherschliff-Fläche wurde aus einem Handstück vom Tonsen Aas ein Dünnschliff-Präparat herausgeschnitten, welches den unter No. 6 an zweiter Stelle beschriebnen primären Mineralbestand besass. Chemisch alterirt durch den Verwitterungsprocess erwies sich dieses Vorkommen im Allgemeinen nicht stärker als wie andere; an den herrschenden Feldspathen 2. Generation, von denen allerdings manche durch Eisenoxyd gerötheter erschienen, war das Verwitterungsstadium wenigstens kein auffällig anderes; anscheinend secundärer Quarz war zwar hier verhältnissmässig etwas reichlicher zugegen und ihm gesellt auch secundärer Feldspath, dagegen zeigten sich Hornblende und Glimmer, welche doch in anderen Vorkommen recht vorgeschrittene Verwitterungsstadien aufzuweisen pflegen, hier auffällig frisch: die Chloritisirung war ersichtlich noch beim ersten Anfang und zwar, was die Hornblende betraf, an inneren feinsten Spaltrissen. Auf Spaltrissen, jedoch bei Weitem nicht auf allen, war Eisenoxyd-

hydrat sowie ihm ähnliche trübe griesige Substanz sehr verbreitet; diese sowohl als auch mindestens ein Theil von jenem dürfte aber nicht als Verwitterungsproduct aufzufassen sein, sondern als Reste und Spuren von bei Herstellung des Präparates eingedrungenem Schleifschlamme. — Als ein der *mechanischen Zerstörung* des Gesteins günstiges Moment sind zahlreiche *Spaltrisse* zu erwähnen, welche, wie schon angegeben, sehr oft durch Eisenoxydhydrat tingirt sind. Dieselben ziehen im Allgemeinen derjenigen Kante des Dünnschliffes parallel, welche der Gletscherschlifffläche entspricht; dies thun sie jedoch nur im Allgemeinen, im Speciellen haben sie einen ganz complicirten Verlauf, zertrümmern sich nicht selten zu Netzwerken, schaaren sich dann wieder, keilen sich z. th. aus, z. th. lösen sie sich aus, kurz sie lassen alle an grösseren Spalten (Gang-Spalten und Gangzügen) bekannten Erscheinungen bei relativ weiteren Grenzen für die Abweichungen von der generellen Richtung erkennen; letzteres leicht erklärlicher Weise deshalb, weil sie auf ihrem Wege verhältnissmässig grosse Mineralkörner durchlaufen, deren Elasticitäts-Anordnungen sich in verschiedenster Orientirung befinden. Nicht selten benutzen dieselben zu ihrem Verlaufe Fugen zwischen den Gemengtheilen, im Allgemeinen aber durchqueren sie die letzteren (in einzelnen dabei, wie erwähnt, Netzwerke bildend) und zwar durchqueren sie sowohl die primären Gemengtheile als die spärlich vorhandenen secundären Quarze und Feldspathe, sie sind also *jünger* als diese; auf den Spalten selbst bemerkt man, abgesehen vom angeführten Eisenoxydhydrat, keine eventuell noch jüngeren Einlagerungen; seit ihrer Bildung scheint demnach kein lebhafter Verwitterungsprocess stattgefunden zu haben. — Diese Spaltrisse*)

*) Wahrscheinlich ganz ähnliche Spaltrisse hat *H. Rosenbusch* im *Nyt. Magaz. f. Naturv.* 1883 aus einem Gabbro von Ekersund beschrieben; falls ich mich recht erinnere oder richtig verstanden habe, erklärt *Rosenbusch* dieselben für Producte *seitlichen Gebirgsdruckes*; sollte diese Bestimmung, was ich bei einem Forscher wie *Rosenbusch* nicht bezweifle, aber eben nicht besonders erwähnt fand, auf genauer Orientirung der untersuchten Stücke beruhen, so kann die Parallele an Interesse nur gewinnen. — Interessant sind diese Verhältnisse auch für die Frage der mechanischen Gesteinsumformung; wir finden hier die mechanischen Ausflüsse von Gebirgsdruck oder von Gleitung unter Druck, je nachdem man sie deuten will, aber materielle Producte dieser dynamischen Verhältnisse werden vermisst, ein Umstand, welcher wiederum zur vorsichtigen Prüfung der Theorie von der »Dislocationsmetamorphose« mahnt.

sind aller Wahrscheinlichkeit nach auch den »Gletscherproducten« zuzuzählen und kann man sie sich entstanden denken wohl weniger als nur durch den *Druck*, die *Last* der Gletscher-Masse hervorgerufen, sondern vielmehr durch dieselbe Massen-Bewegung (Gleitung unter Druck), welcher die Gletscher-Schlifffläche ihre Bildung verdankte. Ihre Relation zu letzterer, also ihr Ursprungs-Attest, geht nicht allein aus der Uebereinstimmung der generellen Richtungen hervor, sondern auch aus dem Umstande, dass ihr gegenseitiger Abstand, der Zwischenraum zwischen solchen Spaltrissen, in Richtung nach der Gletscherschlifffläche zu allmählich geringer wird: in weiterem Abstände als 4 cm von letzterer scheint kein Spaltriss mehr zu verlaufen, wenigstens lassen sich nur 2—4 cm dicke Handstücke mit der Schlifffläche auf der einen Breitseite verhältnissmässig leicht vom anstehenden Felsen abspalten; von 2 cm Abstand an sind die Zwischenräume zwischen solchen im Allgemeinen zu einander parallelen Rissen gemessen worden: zunächst mehrere zu 3 mm, dann 1,5 mm, 2 mm, 1,5 mm, dann dreimal 0,5 mm und in unmittelbarer Nähe des Gletscherschliffes zu 0,25 mm; besonders gern die letzteren bilden in manchen Feldspathen ganze Netzwerke von Rissen.

Dass die Gemengtheile dieses Gesteines von den chemischen Prozessen der Verwitterung, und in welcher Weise, mehr oder weniger alterirt worden, ihnen z. th. schon erlegen sind, ist im Vorstehenden beiläufig an mehreren Stellen angegeben, so dass ich es nicht für nöthig erachtet, noch besonders zu constatiren, dass sich unser Prädacit betreffs dieser Verhältnisse ganz so wie ähnliche Gesteine anderer Regionen erweist: was ich betone, das ist der Mangel der physikalischen Verwitterungserscheinungen, der Lockerung und mechanischen Auflösung des Gesteins zu Blöcken und zu Grus, der *Desaggregation*. Dieser Umstand hat nämlich meines Erachtens eine über die petrographischen Kreise hinausgehende Bedeutung und dürfte eine Erörterung wohl verdienen.

Die Gletscher haben die eventuell oder vielmehr wahrscheinlich vorher vorhandenen Desaggregations-Producte fortgeführt und seither sind noch keine wieder entstanden.

Welches ist die Ursache letzteren Umstandes?

Dieselbe in einer materiellen Indisposition des Prädacites zu suchen, verbietet die Rücksicht einerseits darauf, dass derartige Gesteine in anderen Gegenden (nach Beschreibungen zu urtheilen z. B. sehr schön in Spanien) Desaggregations-Producte aufweisen,

andererseits aber auf den Mangel solcher auch bei anderen Eruptiv-Gesteinen des Christiania-Beckens. Sogar die Kalksteine, welche bekanntlich der Desaggregation zu Platten und grösseren (Schotter) bis ganz kleinen Brocken ungemein schnell zu erliegen pflegen, zeigen daselbst nicht selten die vom Gletscher geriefen Flächen noch in bester Erhaltung und bei weiter Erstreckung, sowohl wo sie bloss liegen, wie z. B. auf den Fjord-Inseln, als wo sie mit Glacialablagerungen bedeckt waren (Øvrefoss).

Wollte man den Grund in climatischen Verhältnissen erblicken, so bedarf es des Nachweises, dass diese im Christiania-Gebiete der Desaggregation viel ungünstiger sind, als z. B. am Harze. Das ist aber höchst unwahrscheinlich. Wohl mag die Insolation, welche man der jähen Abkühlung nach der Besonnung wegen zu den Factoren derselben rechnen kann, am Harz kräftiger wirken, doch erstreckt sich die Desaggregation an manchen Orten, wie z. B. nach den Schilderungen *H. H. Reusch's* auf Corsica, in solche Tiefen, in denen eine Mitwirkung derselben ganz ausgeschlossen erscheint. Dagegen ist ein viel wirksamerer Factor, der Frost und dies zumal bei selten schwindender Feuchtigkeit, im Christiania-Gebiet wohl häufiger noch und kräftiger.

Eine den Desaggregationsprozess aufhaltende Meeresbedeckung aber anzunehmen verbietet für den grössten Theil des Prädacitfeldes, unter andern auch für das untersuchte Vorkommen vom Tonsen Aas, die Höhenlage (über 200 m), resp. der Mangel einer jeden Spur von jener, und scheinen selbst die tiefer liegenden Parteen nach der Entgletscherung verhältnissmässig rasch dem Meere entstiegen zu sein, wie einerseits die geringe Mächtigkeit der Meeresablagerungen, andererseits die Uebereinstimmung in den Verwitterungsverhältnissen (mit hochgelegenen Parteen) wahrscheinlich macht.

Darnach dürfte nichts übrig bleiben, als wie jene Ursache in dem *Mangel an Zeit* zu erblicken; die Factoren der Verwitterung haben noch nicht genügend Zeit gehabt, um deutliche Desaggregations-Erscheinungen hervorzubringen, und zwar sogar trotz der ihnen günstigen Lockerung (Spaltrissbildung) des Gesteinszusammenhaltes durch die mechanische Arbeit der Gletscher.

Diese für den Desaggregations-Prozess ungenügende Spanne Zeit ist aber nach unsern menschlichen Vorstellungen eine ungeheure, denn sie begann mit der Entgletscherung des Christiania-Silurbeckens und als auf den vom Eise befreiten Felsboden (tieferer

Niveaus) sich Reste einer Eismeerfauna einschliessende Ablagerungen gebildet hatten. Seit jenen Tagen hat bekannter Maassen, nach den berühmten Forschungen von *Sars*, die Fauna des Meeres da selbst gewechselt.

Ist nun der Mangel an Zeit der wahre Grund des Fehlens der Desaggregationsgebilde, woran ich für meinen Theil nicht zweifle, so dürfte dieser Umstand in geologischen Kreisen wohl Beachtung verdienen.

Einmal in Rücksicht der Erosions- und Denudations-Vorgänge; für diese ist die Verwitterung und insbesondere die Desaggregation, die Lösung des Zusammenhaltes der Gesteine eine der wesentlichsten Vorbedingungen; wir sehen nun hier, dass weder chemische Verwitterungsprozesse noch Desaggregation von den ihnen durch den Gletscher erschlossenen Wegen und Angriffspunkten (Spaltrissen) bisher erkennbaren oder erwähnenswerthen Nutzen gezogen haben. Dem gegenüber erhält man den Eindruck, dass in sehr vielen Fällen, in denen Erosion und Denudation als Factoren aufgeführt werden, für den Fortschritt derselben ein obigen Verhältnissen ganz und gar nicht entsprechender *Maassstab* gebraucht würde.

Der ermittelte Grund für den Mangel der Desaggregationsgebilde kann jedoch auch als Glied eines apagogischen Beweises dienen und als *Prüfstein der Frage, ob ein betreffender (felsiger) Landstrich* unter im Uebrigen ganz entsprechenden Verhältnissen des Klimas und der Gesteinsstruktur *zu ungefähr gleicher Zeit*, wie das Christianiabecken, *vergletschert gewesen sein kann*: war er damals vergletschert, so wird auch er der Desaggregationsproducte ermangeln; führt er aber letztere, also Grus und Blöcke, in beachtenswerther Menge und noch auf primärer Lagerstätte, so kann er zu jener Zeit und gewiss auch lange Zeiträume vorher nicht vergletschert gewesen sein.

Dies gilt von unsern norddeutschen Gebirgen*), insbesondere vom Harze, welcher der von *O. Torell's* Glacialtheorie geforderten, das norddeutsche Tiefland überziehenden und sich womöglich bis Paris erstreckenden Gletscherdecke wie ein Pfahl im Fleische

*) Auch die im Flachlande vereinzelt vorkommenden Frictionsflächen, sogen. Gletscherschliffe, sprechen eben in ihrer guten Erhaltung einerseits, andererseits in ihrer Vereinzelung und Seltenheit gegenüber den sonst herrschenden Verwitterungsfeldern dafür, dass sie keiner allgemeinen Vergletscherung ihre Entstehung verdanken.

steckt: das *Brockenfeld* mit seinen ungeheuren Massen von Desaggregationsproducten kann darnach einen Gletscher weder geführt noch, da die liegenden Partien des Firns zu fortgleitendem Gletschereise werden, gespeist haben.

II. Porphyry von Drammen.

Kvartsporphyr *Kjerulf's*.

Dieses in bedeutender Mächtigkeit auftretende, nach *Kjerulf* gangbildende, in den von *vom Rath* und mir, im N. Jahrb. f. Min. 1869, S. 430 und 1879, S. 359, skizzirten Aufschlüssen Tuff- und Conglomeratschichten deckenförmig überlagernde Gestein wird als Baumaterial gewonnen; das untersuchte Handstück stammt aus dem westlichen Theile des grossen Steinbruches. — Es erscheint durchaus massig, kompakt, fest, hart und von grobsplittrigem Bruche. Der *Habitus* ist verschieden in *rasch wechselnden Partien* (Schlieren) von meist nur *geringen Dimensionen*: einmal nämlich tritt die licht grünlich-graue aphanitische Grundmasse deutlich hervor und sind die 1—3 mm, sehr selten bis 4 mm grossen Einsprenglinge in ihr durch Grundmassen-Bänder von etwa gleich grosser Breite getrennt, stellenweise überwiegt sogar die Grundmasse deutlich über die Einsprenglinge, welche aus fleischfarbenen bis lichtbraunen Feldspathen und an sich farblosen, deshalb dunkelgrau erscheinenden Quarzen von fettigem Glanze im Bruche bestehen; in der übrigen Gesteinsmasse aber herrschen diese Einsprenglinge so vor, dass makroskopisch von der Grundmasse nur hin und wieder einmal eine Masche oder ein vereinzelter, etwa 5 mm grosser Fleck zu erkennen ist; diese Gesteinspartien erscheinen viel dunkler als jene. Quarz- und Feldspath-Einsprenglinge halten sich an Masse und Menge ungefähr das Gleichgewicht, letztere mögen etwas überwiegen, doch ist die Vertheilung nicht ganz gleichmässig. Uebrigens erkennt man makroskopisch nur noch vereinzelte Schwefelkieskörnerchen.

Die mikroskop. Untersuchung der *Einsprenglinge* ergibt, dass bei den *Feldspathen*, soweit sie gesetzmässige Formen besitzen, was nicht bei allen der Fall ist, die breit leistenförmigen Durchschnitte vorherrschen; manche derselben löschen zw. + Nic. vollständig einheitlich aus, einzelne als (einfache, anscheinend Bavenoer) Zwillinge; in den meisten Individuen finden sich jedoch kleinere

Parteien von abweichendem optischem Verhalten eingewachsen, welche nicht selten mehr oder weniger vollkommen oder verschwommen lamellaren Viellingsbau besitzen; auch treten selbstständige kleinere wie grössere Individuen von dieser Structur (Schnitte geneigt zu M, zuweilen mit kreuzweise verbundenen Lamellensystemen) auf. Die Vertheilung der untergeordneten eingewachsenen Feldspathparteien ist oft ganz unregelmässig und erscheint darnach auch die Verwachsungsart regellos, doch beweist das unter sich übereinstimmende optische Verhalten der eingewachsenen Partikel die Gesetzmässigkeit der Verwachsung. Wir haben also auch hier in der Mehrzahl der Feldspath-Einsprenglinge *Mikroperthite* vor uns, von denen viele an die Feldspathe 3. Generation im vorbeschriebenen Prädacite erinnern. Eine genauere Bestimmung ihrer Art nach optisch-krystallographischen Charakteren ist aber hier nicht durchzuführen, einmal wegen der meist nicht scharfen Begrenzung der Feldspathschnitte und des gewöhnlichen Mangels an Spaltbarkeitsspuren, — die wenigen ausgeführten Bestimmungen wiesen auf *Orthoklas*, nicht *Mikroclin*, mit eingewachsenen *Albit*-Schmitzen oder -Bändern hin —, hauptsächlich aber wegen einer mehr oder weniger intensiven Trübung derselben; letztere Erscheinung rührt ersichtlich nicht so sehr von einem Verwitterungsprozess der eigentlichen Feldspaths substanz her, man erkennt vielmehr gewöhnlich als Ursache trübe leistenförmige und den Strukturflächen, insbesondere den Spaltrichtungen entsprechend eingelagerte Interpositionen; dieselben scheinen wenigstens zum grössten Theile primär zu sein, jedoch in ihrem jetzigen Zustande wohl meist umgewandelt; es gelang nämlich stellenweise in ihnen noch dunkel umrandete, anscheinend fixe Bläschen zu erkennen. — Die gewöhnlich wasserhellen, aber etwas rissigen *Quarze* bevorzugen unvollkommene körnige Krystallformen; Doppelpyramiden wurden häufig, Säulenflächen nie beobachtet; sie besitzen fast durchweg einen Einschluss-armen Kern, in welchem man nur abgerundete, z. Th. eiförmige, gewöhnlich aber ganz regellos geformte, meist sehr kleine Flüssigkeitseinschlüsse in sehr mässiger Menge findet; dieselben sind in die bekannten gebogenen Flächen aggregirt und folgen die Quarz-Risse ersichtlich gern solchen Flächen; Einschlüsse anderer Art sind in der Quarzkörner-Mitte sehr selten, dagegen sind die peripherischen Parteien reicher und zuweilen sogar überfüllt von Einlagerungen. Zunächst sind da zu erwähnen Einbuchtungen und Einschlüsse feinkörniger Grundmasse, meist

mit opaken Körnchen besetzt; ferner grössere opake Körner; solchen ähnlich treten manchmal dunkel umrandete Blasen verschiedener Form auf, deren wahre Natur erst bei Abblendung des Lichtes erkannt wird; auffällig ist die Einlagerung von bräunlichen, opaken, geraden Stäbchen, welche in ungleichmässiger Vertheilung (in Haufwerken) und wirrer Anordnung eine grosse Anzahl von Quarzkörnern theils ganz, theils wenigstens in ihren Randpartieen erfüllt; manche der Stäbchen löst stärkere Vergrösserung in Margariten-ähnliche Gebilde, d. h. gerade Aneinanderreihungen von Knoten auf; einzelne Stäbchen erreichen bis 0,02 mm Länge und fast 0,002 mm Breite, meist aber sind die Dimensionen geringer und sinken zu den allergeringsten hinab; es erscheinen dann die an diesen Haufwerken reichen Quarz-Partieen wie ungeschickt betuscht und als ob der Tusche etwas Sepia beigemengt sei. Welcher Natur die Stäbchen sind, ob sie nur eine einfache Eisenverbindung darstellen, lässt sich nicht entscheiden; man findet nämlich vereinzelt in Quarzkörnern entsprechende Büschel von grösseren Stäbchen (von bis 0,005 mm Breite und 0,05 mm Länge), welche nur wie von einer Brauneisen-Haut beschlagen und an sich farblos erscheinen; dieselben reagiren nicht auf pol. Licht. Auffallend an dem Auftreten der Stäbchen-Haufwerke ist vor Allem ihre ungleichmässige Vertheilung durch das Gestein, die Beschränkung auf eine Anzahl einander meist benachbarter Quarzkörner, während die Mehrzahl der Quarze sie vermissen lässt; in Quarzen der an Grundmasse reichen Gesteinsschlieren sind sie selten oder scheinen ganz zu fehlen. — Sehr selten findet man *Chlorit* in Schnitten von solchen Dimensionen, dass sie noch zu den Einsprenglingen, wenn auch nur zu den kleineren, gerechnet werden können; aus der Form solcher Schnitte lässt sich kein Schluss auf dasjenige Mineral ziehen, aus welchem der Chlorit entstanden ist; wahrscheinlich war dasselbe, wegen Anwesenheit von Zirkon im Gesteine, Hornblende.

Die *Grundmasse* ähnelt im Allgemeinen derjenigen vieler allbekannter*) Porphyre, speziell »Felsitporphyre«, z. B. von Halle a. S., Auersberg i. Harz; sie ist mikro- bis kryptokrystallinisch körnig, bei ganz regelloser, meist abgerundeter und immerhin ziemlich isometrisch-körniger (im Gegensatze zu stengliger oder blätt-

*) Von *Rosenbusch* als Mikrogranite bezeichneter Gesteine: conf. *O. Lang*, Errat. Gesteine, Göttingen 1879, S 58, ff.

riger) Form und im pol. Licht meist *verschwimmenden Begrenzungen der Haupt-Componenten*; letztere Erscheinung weist auf die Gegenwart einer isotropen Gesteins-Basis hin, welche an sich direct nicht erkannt wird, — und ist nicht etwa nur durch ein randliches Uebergreifen der Gemengtheile übereinander zu erklären, da wir dieselbe an sehr vielen Gesteinsgemengen von derselben Korngrösse und auch an solchen von zugleich ähnlichem Mineralbestande (wahre »Mikrogranite«) vermissen oder wenigstens nicht in so auffälligem Grade ausgebildet finden.

Die Grundmasse besteht vorwiegend aus *Feldspath* und *Quarz*, deren Individuen in allen, auch local schwankenden Grössenstufen bis hinab zu mikrolithischen Grössenstufen auftreten; eigentlich isomer, d. i. ganz gleichkörnig, ist sie selten und zwar nur stellenweise in den an Grundmasse armen Gesteinsschlieren, wo sie manche Lücken im Gesteinsgemenge bei nur etwa 0,02 mm Korngrösse ausfüllt und dabei zugleich anscheinend basis-reicher ist als sonst. In den an Grundmasse reicheren Gesteinspartieen dagegen sind gewöhnlich Componenten von 0,02—0,05 mm Grösse in ziemlich gleicher Menge vertreten; sehr häufig aber stellen sich noch quasi *mikroporphyrische Einsprenglinge* in allen Grössenstufen zwischen gewöhnlichen Grundmassen-Componenten und makroporphyrischen Einsprenglingen in geringer Anzahl ein; ihre Menge, wobei mit zunehmender Grösse zugleich eine Vervollkommnung im Formtypus, wenigstens bei den Feldspathen, eintritt, ist jedoch wiederum eine relativ sehr bedeutende in den an Grundmasse armen Gesteinspartieen; es treten also in diesen die grössten localen Contraste der Grundmassenstructur auf, wozu noch kommt, dass die grossen Einsprenglinge hier sehr oft ohne einen verbindenden Grundmassenkitt dicht aneinander lagern und dass sich stellenweise die Orthoklas-Einsprenglinge eingerahmt zeigen von einem ziemlich gleich-, aber relativ grob-körnigem (0,05 mm Korngrösse) Mosaikkranze von Orthoklaskörnern. — Von Fluidalstructur ist in meinen Präparaten keine Spur zu erkennen. Mikroporphyrische Einsprenglinge dienen zuweilen als Ansatzpunkte für rohe und unvollkommene Pseudo-Sphärolithbildung. — Die Grundmasse ist dabei durchweg mehr oder weniger intensiv getrübt sowohl durch ein milchiges Umwandlungsproduct des Feldspathes als auch durch *Chloritfetzen* von 0,002—0,03 mm Grösse; auch die Grundmassen-Einbuchtungen in die Quarz-Einsprenglinge, die vorzugsweise feinkörnig und anscheinend basisreicher sind, zeigen schon

diese offenbar secundären Bestandtheile; nur in einem anscheinend wirklichen, d. h. allseitig abgeschlossenen Grundmassen-Einschlusse wurden dieselben vermisst, ohne aber ein Muttermineral für den Chlorit daselbst zu finden; übrigens kann man letzteren auch als innige Imprägnation von Plagioklas in solcher Weise beobachten, als ob jener sich aus diesem herausgebildet habe. — Ziemlich gleichmässig, wenn auch immerhin spärlich durch die Grundmasse vertheilt findet man meist mehr oder weniger trübe, seltener farblose und klare, lichtbräunliche oder graue anisotrope Körnchen mit lebhaften irisirenden Polarisationsfarben; sie besitzen gewöhnlich abgerundete, seltener rechteckige Formen, zuweilen von bis doppelter Länge (0,02—0,03 mm) als Breite, zuweilen auch quadratische isotrope Querschnitte, welche also auf *Zirkon* hinweisen. Seltener, dafür aber meist grösser (bis 0,1 mm), treten *Schwefelkies*-Würfelchen und -Körnchen im Gesteine auf, in ganz untergeordneter Menge auch anscheinend *Titaneisen* oder *Titan-haltiger Magnetit*, oft vom Schwefelkies umwachsen und also älter als dieser; nicht selten finden sie sich als Interpositionen im Feldspathe. Als Titan-haltig ist das opake, nur mattglänzende Erz charakterisirt durch seinen steten Begleiter, das bekannte milchig trübe, gewöhnlich aber zugleich durch Brauneisen gebräunte Verwitterungsproduct (Leukoxen), das zuweilen sogar nur allein noch vorhanden ist, oft aber noch einzelne Bröckchen und Reste des opaken Erzes enthält; von letzterem hat ersichtlich das stellenweise auftretende und seiner Färbung nach Mangan-haltige *Brauneisen* seinen Ursprung; von *Rotheisen* finden sich nur ganz vereinzelte Partikelchen. *Vermisst* wird *Apatit*.

Von den chemischen Verhältnissen berichtet Herr *P. Jannasch* Folgendes:

1.1768 g Gesteinspulver gaben 0.8878 g SiO_2 ; 0.1451 Al_2O_3 ; 0.0241 Fe_2O_3 (Gesamteisen); 0.0008 TiO_2 und 0.0040 ZrO_2 ; 0.0014 $\text{Mn}_2\text{O}_3 = 0.0013 \text{ MnO}$; Spuren von CaO und 0.0174 $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7 = 0.0062 \text{ MgO}$.

Pyritbestimmung. 1.1010 g lieferten 0.0288 $\text{SO}_4\text{Ba} = 0.0039 \text{ S} = 0.0073 \text{ FeS}_2$, entsprechend $= 0.0034 \text{ Fe}$.

FeO-Bestimmung. 0.5374 g, im CO_2 -Strome mit Schwefelsäure-Fluss. säure aufgeschlossen, verlangten bei der Titration 0.7 Cc. Kaliumpermanganat (1 Cc. $= 0.005977 \text{ Fe}$) $= 0.0041839 \text{ Fe} = 0.0053793 \text{ FeO}$ (0.005977 Fe_2O_3) $= 1.00\%$. — Aus der Pyrit-Bestimmung berechnen sich für die obigen 1.1768 g Porphy $= 0.0036 \text{ Fe} = 0.00514 \text{ g Fe}_2\text{O}_3$, welche von dem Gesamteisen 0.0241 g in Abzug zu bringen sind; da ferner der Abzug für Oxyduleisen $= 0.013088 \text{ g}$ beträgt. bleiben noch für das in dem Gestein befindliche Eisenoxyd 0.005872 g $= 0.49 \%$. — 0.0013088 $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0.00117792 \text{ FeO} = 1.00 \%$.

Glühverlust. 0.7588 g erlitten beim Glühen und Schmelzen einen Verlust von 0.0072 g = 0.94 %.

Directe Wasserbestimmung. I. 0.6214 g feines Gesteinspulver gaben mit Bleichromat geglüht 0.0080 g H₂O = 1.28 %. — II. 0.6381 g gaben in gleicher Weise behandelt 0.0080 g H₂O = 1.25 %. Im Mittel stellt sich somit der Wassergehalt des Porphyrs von Drammen auf 1.26 %.

Alkalien. 1.0833 g lieferten mit Flusssäure-Schwefelsäure aufgeschlossen 0.4016 Kaliumchloroplatinat = 0.1225 KCl = 0.0773 K₂O und 0.0591 SO₄(ONa)₂ = 0.0258 Na₂O.

II. *Titan-Zirkon-Trennung* nach der Methode von *Streit-Franz* in Verbindung mit der TiO₂-Bestimmung nach *Cohen*. 1.0833 g (von der Alkali-Bestimmung) gaben 0.0004 TiO₂ = 0.03 % und 0.0056 ZrO₂ = 0.51 %.

Besondere Prüfungen wurden vorgenommen auf Cl, P₂O₅, CO₂ und Beryllerde, aber es wurde nichts von diesen Körpern vorgefunden.

Spec. Gewichts-Bestimmung. 2.6392 g verdrängten im Pyknometer bei 23° C. 1.0078 g H₂O, welche Zahlen das *Spec. Gew.* 2.618 ergaben.

Procentische Zusammensetzung.

SiO ₂	=	75.44 %
TiO ₂	=	0.07 %
ZrO ₂	=	0.34 %
Al ₂ O ₃	=	12.33 %
Fe ₂ O ₃	=	0.49 %
FeS ₂	=	0.66 %
FeO	=	1.00 %
MnO	=	0.11 %
MgO	=	0.52 %
CaO	=	Spuren
Na ₂ O	=	2.38 %
K ₂ O	=	7.13 %
Li ₂ O	=	Spuren
H ₂ O	=	1.26 %

101.73

Aus dem Resultate der Bauschanalyse ist zu erkennen, dass die mikroskopische Bestimmung im Wesentlichen das Richtige getroffen hat und dass hier wirklich ein »Orthoklas-Quarz-Gestein« vorliegt; in der That ist dieser Porphyr nicht nur das an Orthoklassubstanz relativ reichste unter allen mir bekannten Norwegischen Eruptivgesteinen, sondern sogar das *einzigste*, welches unter ihnen allen den Namen eines *Orthoklas-Quarz-Gesteins* resp. Kalifeld-

spath-Quarz-Gesteins verdient (abgesehen vielleicht von dem nachstehend charakterisirten Gesteine, bei welchem jedoch die Bestimmung der Orthoklase nicht chemisch gesichert ist), indem bei den andern, bisher den Orthoklas-Quarz-Gesteinen zugerechneten, bezüglichlichen Vorkommen die Plagioklassubstanz vor der Kalifeldspath-substanz vorwaltet*).

Ueber das Quantitätsverhältniss der Gemengtheile giebt folgende Berechnung Aufschluss. Möglicher Weise ist der Orthoklas Natron-haltig, gleiche Wahrscheinlichkeit spricht aber auch für einen Kali-Gehalt des Albits, so dass ein Ausgleich auf diese Art angenommen werden darf und die berechneten Quantitäts-Verhältnisse also als thatsächliche anzusehen sind. Auffallend ist der Mangel des Kalkgehaltes, durch den sich dieser Porphyr in Parallele stellt zu den älteren Porphyriten (»Euriten«) des Christiania-Beckens; die Thatsache, dass weder Kalk noch Phosphorsäure chemisch nachzuweisen waren, steht übrigens im besten Einklange mit dem Vermissen des Apatites bei der mikrosk. Prüfung. Auf Grund letzterer wurde ZrO_2 dem Zirkon zugetheilt, TiO_2 dagegen dem Titaneisen oder Titan-haltigem Magnetite (nach der Formel $FeTiO_3 + Fe_2O_3$); die darnach berechneten Mengen von Zirkon, Titaneisen und Schwefelkies stimmen recht schön mit der mikroskop. Schätzung; dagegen dürfte die berechnete Menge des Chlorits oder Chlorit-artigen Minerals zu gering sein und dies seinen Grund darin haben, dass die von mir angenommene Formel (nach *Rammelsberg's Mineralchemie* S. 487, $H_2R_5Si_3O_{12} + H_6Al_2O_6$, wobei $Fe : Mg = 1 : 14$) dem Bestande des hier vorliegenden

*) Dies ist auch einzig der Grund, weshalb ich die Schilderung dieses Porphyrs, obwohl ich nach eigener Beobachtung fast nichts über seine Lagerungsverhältnisse und Contacterscheinungen berichten kann, hier aufgenommen habe; wie schon angeführt, sollten sich meine Untersuchungen vorzüglich auf die in *Kjerulf's* »Silurbecken« angeführten Gesteine beschränken; da dieser Porphyr nicht zu ihnen gehörte, habe ich ihm bei meinem Besuche des Christiania-Beckens auch nur geringe Aufmerksamkeit geschenkt; nachdem nun aber genauere Untersuchung ergab, dass die als Orthoklas-Quarz-Gesteine bisher aufgeführten Vorkommen in Wahrheit keine solchen sind, reizte dies zur eingehenderen Untersuchung dieses sowie des nachstehend angeführten Gesteins in angegebener Rücksicht und berechtigt wohl dieselbe Rücksichtnahme die Veröffentlichung obiger einseitiger Schilderung; es wird immerhin interessant sein zu erfahren, dass Orthoklas-Quarz-Gesteine dem Christiania-Becken nicht ganz fehlen.

Minerales nicht genau entspricht und insbesondere zu geringen Eisengehalt statuirt; darauf weist vor Allem auch der so bedeutende Eisenoxydulgehalt in dem bei der Berechnung bleibenden Reste hin. Uebrigens sind aus dem Reste, zu welchem man von der Kieselsäure des Quarzes noch beliebige Mengen hinzuziehen kann, weiter zu formuliren: das Feldspath-Verwitterungsproduct und ein wenig Brauneisen.

	Quarz	Ortho- klas	Albit	Chlorit	Schwe- felkies	Zirkon	Titan- eisen
SiO ₂ 75,44	33,651	27,304	13,817	0,501	—	0,167	—
TiO ₂ 0,07	—	—	—	—	—	—	0,07
ZrO ₂ 0,34	—	—	—	—	—	0,34	—
Al ₂ O ₃ 12,33	—	7,780	3,938	0,285	—	—	—
Fe ₂ O ₃ 0,49	—	—	—	—	—	—	0,14
FeO 1,00	—	—	—	0,066	—	—	0,063
MnO 0,11	—	—	—	—	—	—	—
MgO 0,52	—	—	—	0,52	—	—	—
K ₂ O 7,13	—	7,13	—	—	—	—	—
Na ₂ O 2,38	—	—	2,38	—	—	—	—
H ₂ O 1,26	—	—	—	0,200	—	—	—
FeS ₂ 0,66	—	—	—	—	0,66	—	—

Also: 33,65 Quarz, 42,21 Orthoklas, 20,135 Albit, 1,57 Chlorit, 0,66 Schwefelkies, 0,507 Zirkon, 0,27 Titaneisen, giebt in Summa 99,00 Procent und einen Rest von 0,325 Al₂O₃, 0,35 Fe₂O₃, 0,98 Fe(Mn)O und 1,06 H₂O.

Nach Brögger (l. c. p. 310) entspricht diesem Porphyr »der Zusammensetzung nach« derjenige vom Kroftkollen und von Glitrevand und gehört er zu den ältesten Eruptivgesteinen des Christianiabeckens. Die Behauptung Brögger's, dass diese Porphyre »auch petrographisch von dem an dunklen Mineralien armen Drammensgranit« (d. i. vorbeschriebenem Prädacit) »nur wenig verschieden sind« (l. c. p. 283) vermag ich, unter Hinweis auf die vorstehenden Schilderungen, natürlich nicht zu unterstützen. Eine Verwandtschaft zwischen beiden Gesteinen ist allerdings durch die gemeinsame Führung von Mikroperthiten, Quarz, Chlorit und Zirkon angezeigt und soll auch nicht verleugnet werden, doch sind der petrographischen Unterschiede andererseits wiederum so viele (z. B. Einschlüsse der Quarze, Titangehalt im Erz, Freiheit von Apatit) und z. th. so wichtige, wie die vollständige Calcium-

Freiheit, dass vom petrographischen Standpunkte aus einer Zugehörigkeit des Porphyrs zum Prädacit von Drammen zunächst widersprochen werden muss. Nun ist zwar mein Urtheil auf der Untersuchung nur eines Handstücks begründet und ist es also immerhin möglich, dass jenes durch weiter ausgedehnte Forschungen alterirt werde. Zur Zeit aber halte ich es noch für geboten, dem Porphyr von Drammen geologische Selbstständigkeit zuzuerkennen; erst der geologische Nachweis seines Verbandes mit dem Prädacit in Verbindung mit dem petrographischen wird ihm dieselbe rauben können.

III. Contacterscheinungen des Felsit-Fels nordöstlich von Vikersund.

Synonym: Lys Felsitporphyr *Kjerulf's*.

Von sonstigen wirklichen Porphyren und zu Porphyr gehörigen Gesteinen (Felsit) ist mir aus dem Christiania-Silurbecken nur noch ein Gestein vom östlichen Ufer des Drammen-Elv bekannt geworden, dessen Zugehörigkeit zu den Orthoklas-Quarz-Gesteinen zwar nicht sicher, durch chemische Analyse, erwiesen ist, das aber meiner Meinung nach seiner endomorphen Contacterscheinungen wegen trotzdem verdient hier mit aufgeführt zu werden.

Gleich oberhalb der Drammenelv-Brücke bei Vikersund, am linken Flussufer, besteht die erste Thalterrasse aus Schiefer, darüber folgt dunkler »Trapp« und darauf lichter, Schwefelkies führender »Felsitfels« in bedeutender Mächtigkeit. Da alle Schichten flach nach Norden (der Richtung des Flusses entgegen) fallen, verschwindet auch die hohe Felsiterrasse, welche einem Lagergange entsprechen dürfte, nordwärts (bei Engelstad) unter dem Wasserspiegel.

Eine halbe Stunde nördlich von Vikersund, an dem dem östlichen Drammen-Ufer folgenden Wege, steht eine nur wenige Meter hohe schwarze Felsmasse an, welche von einem 0,3 m mächtigen, südöstlich einfallenden Felsit-Gange durchsetzt wird. Sehr wahrscheinlich gehören beide Felsitvorkommen zu einer und derselben Gesteinsmasse, doch da mir leider das an der erwähnten Terrasse zum Zweck der Untersuchung entnommene Material abhanden gekommen ist, kann ich dies nicht beweisen.

Das lichte, schmutzig weisse oder gelbliche bis röthliche, aphanitische, feste und harte, compacte Ganggestein ist ein richtiger »Mikrogranit«^{*)} mit Porphyrostructur, letztere von etwas unvollkommenem Ausdrücke, weil die Grössenmittelstufen zwischen Einsprenglingen und Grundmassenconstituenten reichlich vertreten sind, und weiter deshalb, weil erstere stellenweise gehäuft sind. Als vorwaltende Bestandtheile, auch in allen Grössenstufen auftretend, finden wir *Quarz* und *Feldspathe* in annähernd gleichem Massenverhältnisse, doch walten letztere unter den Einsprenglingen vor. Allem Anschein nach ist Orthoklas reichlicher zugegen als Plagioklas; beide, deren Durchschnitte nicht selten breite Leistenform, ebenso oft aber ganz regellose, aus- und eingebuchtete Begrenzung zeigen, sind durch winzige, milchige Interpositionen mehr oder weniger intensiv getrübt; die Viellingsstructur der Plagioklase ist meist recht unvollkommen und findet man zuweilen Schnitte, welche an Mikropertithe erinnern; dieselben blieben aber vereinzelt und konnte eigentlich typische Perthitstructur nicht nachgewiesen werden; der genaueren optischen Bestimmung ist die bei den grösseren Feldspathen gewöhnliche regellose Begrenzung, Mangel an Blätterdurchgängen und die erwähnte Trübung hinderlich; da die meisten Feldspathschnitte auf pol. Licht einheitlich reagiren, darf man sie wohl, wie geschehen, zunächst dem Orthoklas zurechnen. Als Einsprenglinge besitzen die Feldspathdurchschnitte Dimensionen bis zu 0,5 mm Länge und 0,25 mm Breite. Diese Grösse überragen zwar noch vereinzelte Quarzkörner, im Allgemeinen aber betragen die Dimensionen derselben, unter welchen auch die rhombischen Längsschnitte von Doppelpyramiden zu erkennen sind, sehr selten über 0,1 mm. — Als Vertreter der Bisilicate ist in bescheidener Menge, verhältnissmässig zahlreichen rhombischen Durchschnitten nach zu urtheilen, *Hornblende* zugegen

*) Diese Bezeichnung passt recht gut für das vorliegende Gestein; trotzdem erscheint mir dieser *Rosenbusch'sche* Name als Structur-Bezeichnung nicht ganz glücklich gewählt, denn meiner Meinung nach wenigstens soll man bei Aufstellung neuer Structur-Bezeichnungen solche Namen einführen, welche vom Mineral-Bestande ganz absehen, sich also auf Mineral-Combinationen jeder Art anwenden lassen, und dies dürfte für »Mikrogranit« nicht gelten; gewiss wird jeder Forscher Anstand nehmen, diese Bezeichnung auf die gleiche Structur von dem Granit im Mineralbestande nicht verwandten Gesteinsgemengen anzuwenden; man wird diese auch fernerhin als »massig und zwar durchaus krystallinisch feinkörnig« (»körnig« im Gegensatze zu stenglig und blättrig) bezeichnen.

gewesen, deren Stelle jetzt *Brauneisen* (hin und wieder mit einem etwas gilblichen, blättrigen, auf pol. Licht intensiv chromatisch reagirenden Mineral, wahrscheinlich Kaliglimmer) einnimmt; auch wurde ein rundliches Titanit(?) - Korn beobachtet. Gleichmässig durch das Gestein verbreitet ist auch ein *Kies* in Würfeln von circa 0,1 mm Grösse und grösseren Krystallgruppen; sein metallischer Reflex ist für Schwefelkies z. th. etwas zu weiss.

Die Korngrösse der Grundmasse in den centralen Theilen des Ganges beträgt im Allgemeinen 0,025 mm; in der 2—5 mm mächtigen Contactzone sinkt dieselbe aber oft bis auf 0,015 und 0,010 mm und zwar so, dass entlang der Contactgrenze, dieselbe aber meist nicht unmittelbar berührend, sondern 1,5—4 mm von ihr entfernt, eine ganz feinkörnige Contact-Schicht von 0,5 bis 1,5 mm Mächtigkeit hinzieht, die oft ganz frei von Einsprenglingen, auch von kleineren solchen ist und nur stellenweise vereinzelte der letzteren von 0,1 mm Durchmesser führt. Dieselbe ist von dem centralen Gesteinsgemenge durch eine etwas schmalere, besonders Quarz-reiche Schicht getrennt, welche vorwiegend nur Constituenten enthält von der Grössenstufe der kleineren Einsprenglinge (0,1—0,15 mm); zwischen jener und dem Nebengestein aber ist das Gesteinsgemenge wieder so (reich an grossen und kleinen Einsprenglingen) wie in centralen Partien struirt, nur mit dem Unterschiede, dass die Grundmasse hier ganz feinkörnig (0,01 mm gewöhnliche Korngrösse) bleibt und sich nur an vereinzelten Stellen, und zwar nie im unmittelbaren Contacte, der Korngrösse jener nähert.

Man kann also innerhalb der endomorphen Contactzone drei verschieden struirte »Contactschichten« unterscheiden.

In dem schwarzen Nebengesteine könnte man denselben »Trapp« vermuthen, welcher an der benachbarten Terrasse den Felsit unterlagert; eine Gangbildung von Felsit in »Trapp« wäre nach dem bekannten sonstigen Altersverhältnisse beider Gesteine eine sehr auffallende Thatsache. Dem ist jedoch nicht so: das schwarze, kryptomere, wegen reichen Glimmer-Gehaltes stark glänzende Gestein gehört nicht zu jener Trappmasse, sondern zu den protogenen Schiefergesteinen; es ist ein durch seinen Gehalt an Feldspathen — Orthoklas und Plagioklas — und Quarz dem Gneisse nahestehender *Hornblendefels*. Die Feldspath- und Quarzkörner, welche in der Mehrzahl noch nicht 0,1 mm Grösse erreichen, sind gleicherweise wasserklar durchsichtig und sind deshalb

Quarz und Orthoklas u. d. M. sehr schwer und oft gar nicht von einander zu unterscheiden; auch sind dieselben, wie die meisten Gemengtheile, in local sehr variablem Mengenverhältnisse miteinander vergesellschaftet. Im Allgemeinen dürften die farblosen Gemengtheile den farbigen an Masse gleichkommen; unter letzteren herrscht die braune (c und b braun, a fahlledergelb) Hornblende vor, deren kurze Stengel meist kaum 0,2 mm Länge bei 0,05 mm Dicke besitzen; Zwillingsbildungen wurden an denselben nicht beobachtet. Neben der Hornblende ist brauner Glimmer sehr reichlich vertreten, ferner ein fast farbloser grünlicher Pyroxen, welcher zu üppiger Chloritbildung die Quelle bietet, dann Magnet-eisen, z. Th. Opacit, und endlich in einzelnen Schichten sehr reichlich rother Granat.

Die Contact-Grenze beider Gesteine ist scharf erkennbar, verläuft aber nicht geradlinig, sondern zuweilen sogar sehr gezackt und wellig. Da der Hornblendefels in sich durchaus massig (richtungslos struirt) ist und in der Contact-Partie wenigstens — die Granat-haltigen Schichten wurden in einem separaten Handstücke gefunden — auch nicht die geringste Spur von Schichtung oder Schieferung verräth, kann ich jetzt nicht bestimmen, ob die Contact-Grenze einer Structurfläche desselben entspricht oder nicht.

Der Hornblendefels zeigt der Grenze zu starke mechanische Contactwirkungen, indem sich die Gemengtheile viel rissiger (u. A. auch Quarzkörner oft mit rhomboëdrischen Spaltungsformen) erweisen als in den inneren Gesteinspartieen; der Felsit sendet auch feine Apophysen in ihn hinein, durch welche bis zu 2 mm grosse Brocken abgerissen und, nahe der Grenze, im Felsit eingeschlossen erscheinen. Dass eine Resorption an letzteren stattgefunden habe, lässt sich nicht beweisen; doch sind diese Brocken sowohl wie sonstige mechanisch stark afficirte Hornblendefels-Partieen gegen den Verwitterungsprozess ersichtlich empfindlicher gewesen und in Folge dessen durch Brauneiseneinlagerungen tingirt; an solchen Stellen lässt sich natürlicher Weise die Grenze nicht scharf ziehen. — Auffallend bleibt dabei immer die grosse Klarheit der Feldspathe im Hornblendefels, auch in der Contactregion, gegenüber der trüben Erscheinung der Felsit-Feldspathe und spricht diese Thatsache dafür, dass die trübenden Einlagerungen in letzteren primärer Natur, resp. primär disponirt sind.

Vorstehende Schilderung des Felsites dürfte im Uebrigen erweisen, dass man auch ihn als ein besonderes Gestein anzuführen

berechtigt ist und nicht etwa als einen Zubehör zum Prädacit oder aber zum Porphyry von Drammen; auch die »Eurite oder lichten Porphyre« der nächsten Umgebung von Christiania und aus dieser Stadt selbst weichen in sehr wesentlichen Beziehungen von ihm ab.

MBL WHOI Library - Serials



5 WHSE 05796

